www.radio.ru

4•2015

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



12 апреля – День космонавтики

- *Предоконечный усилитель для ламповых УМЗЧ*
- *Вольтметр среднеквадратичных значений*
- *Автоматическое зарядное устройство*
- *Термометр с матричными светодиодными индикаторами*

...и ещё 12 конструкций

4
2015

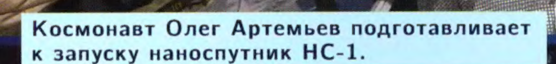
ISSN-0033-765X



12 апреля – День космонавтики

МКС – работа с радиолюбителями

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.



Космонавт Олег Артемьев подготавливает к запуску наноспутник НС-1.



Осталось снять с НС-1 защитную оболочку и оттолкнуть его от МКС.

Наноспутник в полёте — где-то далеко наша Земля.

(см. статью на с. 58)

НОВЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ-МУЛЬТИМЕТРЫ СЕРИИ ADS-4000



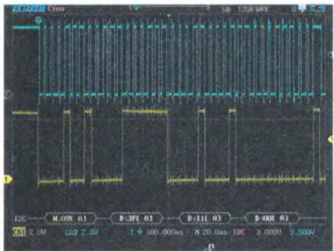
www.aktakom.ru



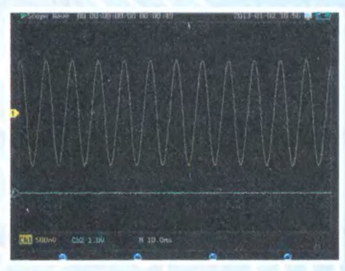


- ✓ 3 прибора в одном
- ✓ Непревзойдённая скорость захвата осциллограмм
- ✓ Русскоязычный интерфейс
- ✓ Изолированные каналы

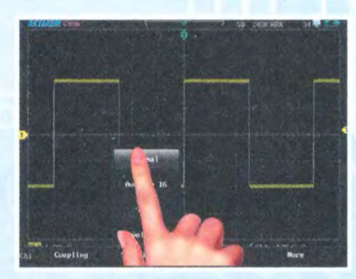




Декодирование последовательных шин



Регистратор данных



Сенсорный дисплей

	ADS-4072/ADS-4112/ADS-4152/ADS-4202	ADS-4122/ADS-4222	ADS-4132/ADS-4232/ADS-4132D/ADS-4232D
	Функция осциллографа		
Количество каналов	2	2 изолированных	
Полоса пропускания	70 МГц/100 МГц/150 МГц/200 МГц	100 МГц/200 МГц	
Макс. дискретизация	1 Гвыб/с		
Макс. память	240К точек		
Скорость захвата	н/д	> 50 000 осц/с	> 190 000 осц/с
Тип запуска	фронт, импульс, видео, логика, по последовательной шине (UART/RS-232, LIN, CAN, SPI, I²C, MIL-STD-1553B, ARINC429)		
Декодирование посл. шин	–		для моделей с индексом D
	Функция мультиметра		
Измерение	постоянное и переменное напряжение и ток, сопротивление, ёмкость		
	–		температура, отн. влажность, давление (внешний датчик)
	Функция регистратора		
Режимы	осциллограф, мультиметр, запись формы		



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА
www.eliks.ru

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. На любительской радиостанции RT3F Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина всегда много молодёжи. На **фото**: во время традиционного слёта в Звёздном городке члены российского QRP-клуба Агния Сдериглазова (RA0SCJ), Сергей Карачевский (RV3DSA) и Антон Гаврилов (RA0SMS) проводят сеанс радиосвязи с экипажем Международной космической станции.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ДОРАБОТКА АКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 6АС-2
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЧАСТОТОМЕР
БЕСКОНТАКТНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
АВТОМОБИЛЬНЫЙ СТРОБОСКОП

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 05.03.2015 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ, С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.03.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 15-03-00269.

Апрельские тезисы

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Молчите, принцесса. Вы так невинны, что можете сказать страшные вещи".

Евгений Шварц

Наступление апреля очень часто провоцирует неординарных людей на невероятные поступки непосредственно в первый же день месяца. Кто-то относит это к переходу питающего всё сущее солнца на новые позиции после равноденствия, а кто-то — просто к банальному весеннему обострению. В любом случае это время обычно отмечено расцветом самых невероятных новостей и инноваций, часть из которых мы и приводим в кратком виде в данной статье и которые могут серьёзно повлиять на восприятие мироздания со стороны иных обывателей, не говоря уже о постоянных читателях журнала. И если подумать, многие из них, возможно, таят воистину страшные последствия, хотя кое-кто об этом пока даже не подозревает.

След человека

Даже в самый обычный день каждый из нас оставляет за собой широкий информационный след. История посещения интернет-сайтов, онлайновые предпочтения, покупательские привычки, принимаемые на работе решения, социальное взаимодействие — всё это сегодня переводится в "цифру", вызывая сложное взаимодействие запросов и ответов, подтверждений и отказов. Этот сложный клубок взаимосвязанных процессов — результат действий пользователей ноутбуков, смартфонов и других девайсов. Новости, которые вы читаете, шоу, которые вы смотрите, блюда, которые вы едите, — всё это оставляет густой шлейф цифровой информации, влияющий на формирование целевой персонализованной рекламы и онлайновых связей и ощущений. Столь бурный рост объёма персональных больших данных имеет далеко идущие последствия. Вне всякого сомнения, цифровой образ каждого индивидуума будет играть немалую роль в определении его места в мире. Более того, вся эта информация уже сама по себе имеет огромную ценность для интернет-гигантов, для розничной торговли, для компаний, оказывающих финансовые услуги, и многих других. И ваше место в мире всё больше начинает определяться тем, как вас воспринимает цифровое пространство. Люди и организации станут активно управлять своим присутствием в сети. А научившись контролировать своё присутствие, потребители должны осознать не только силу, но и риски, которые несёт персональная информация. Ведь ценность последней может быть столь большой не только для вас. В частности, борцы с хакерами уже обнаруживают в Интернете цифровых двойников самых обычных граждан, которые направляют в свою сторону все блага и сервисы и сбрасывают, в свою очередь, на своих оригиналов (т. е. обычных граждан) все возникающие у них проблемы с кибербезопасностью, банками, торговыми организациями, правоохранительными и надзорными органами. В свою очередь, английские учёные установили, что единственным способом обезопасить себя от опасностей цифрового века является полный отказ от использования любой электронной аппаратуры.

Мошенники временно недоступны

Практически все борцы с киберпреступностью отметили резкое падение в России мошенничества и других преступлений в Интернете в конце минувшего года, которое они, разумеется, приписали результатам своей неустанной деятельности. Объяснение этого весьма странного для постоянно растущего рынка киберпреступлений явления дали эксперты по валютным операциям, которые уверенно заявили, что мошенникам в то время было просто не до преступлений — они спасали наворованное.

Робот против клерка

После длительных исследований типовых процессов в банковской деятельности один крупный японский банк решил оснастить все свои отделения роботами-консультантами. Выяснилось, что интеллект современных роботов уже превосходит интеллект банковских клерков, а также различного рода менеджеров. Однако и на этом банкиры не намерены останавливаться и планируют постепенно заменить роботами весь банковский персонал в стране, вплоть до вице-президентов. К тому же роботов не интересует ни зарплата, ни дивиденды, ни условия труда. Японским опытом уже заинтересовались главы целого ряда министерств в других странах.

Сибирский Wi-Fi

Группа исследователей из Великобритании планирует изучить возможность превратить пасущихся на широких просторах овец в цепочку приёмопередатчиков Wi-Fi, что может решить проблему с оснащением высокоскоростным доступом в Интернет отдалённых сельских районов. Помимо Интернета, специалисты будут заниматься изучением проблем загрязнения окружающей среды, наводнений и засух. Модули Wi-Fi могут быть интегрированы в цифровые ошейники — устройства для наблюдения за передвижением овец, которые используют фермеры. В свою очередь, отечественные учёные планируют распространить данный опыт на отечественных сибирских просторах, оснастив Wi-Fi модулями обитателей тайги, включая медведей, оленей, лисиц, волков, барсуков, росомах и пр., вплоть до белок и бурундуков. Это поможет планам Министерства связи и массовых коммуникаций и компании Ростелеком по ликвидации так называемого "цифрового неравенства" на бескрайних российских просторах, где порой крайне сложно прокладывать волоконно-оптические кабели или устанавливать базовые станции мобильной связи. В связи с этим скоро нелегко придётся, например, охотникам, активность которых скоро вполне может рассматриваться как прямое уничтожение национальной информационной инфраструктуры.

Wi-Fi для трезвенников

И ещё про Wi-Fi. Шотландская общественность находится на пороге серьёзных волнений после недавнего обнародования исследований студентов одного из местных университетов, убедительно доказавших снижение крепости алкогольных напитков вблизи точек доступа Wi-Fi. Причём наибольшее возмущение вызывает, к примеру, не сам факт постепенного превращения пива в воду, а то, что деньги за него уже уплачены в момент наивысшей крепости напитка. В этой связи шотландское общество любителей пива собирает подписи за проведение референдума о запрещении размещения Wi-Fi в местах потребления алкогольных напитков.

Электрочастоты

Инициативная группа депутатов федерального собрания неожиданно обратила внимание на различия в распространении электромагнитных волн по эфиру и по проводам. Как известно, эти различия касаются не только физической среды, где электромагнитная волна имеет разные скорости распространения, но даже владения соответствующими ресурсами. Ведь если эфир приходится делить на всех с помощью выделения полос радиочастот, то в каждом проводе или кабеле можно неограниченно использовать весь диапазон, на что не требуется особых разрешений регулятора. К тому же, несмотря на то что всем давно понятны различия между радиосвязью и электросвязью, все сети независимо от среды распространения называют сетями электросвязи. Соответственно по аналогии с радиочастотами предлагается называть частоты электромагнитных волн в проводных (кабельных) каналах связи электрочастотами. Считается, что это поможет депутатам различать на парламентских слушаниях о каких именно частотах идёт речь.

Сливая 200 раз подряд

Японское общество народных изобретателей выпустило книгу "200 способов управления сливным бачком", причём, что интересно, 196 способов из них в своё время были опубликованы в журнале "Радио". Настоящим откровением для весьма искушённых японских читателей стали, в частности, устройства на базе лазерных лучей, с кукушкой, с сиреной, с домашним кинотеатром и с дистанционным управлением через интернет-приложение. Однако настоящий фурор в стране восходящего солнца вызвала необычайно простая и оригинальная конструкция, реализованная с помощью обычной палки и бельевой верёвки.

Конец радиолюбительства?

Ассоциация российских производителей электроники сообщает, что запускает в производство так называемое когнитивное радио, которое при ближайшем рассмотрении на редколлегии журнала оказалось серьёзной угрозой традиционному радиолюбительству. Дело в том, что относительно компактная конструкция позволяет синтезировать любое радиоустройство, работающее в любом радиодиапазоне, в любой полосе, с любой модуляцией и т. п., причём с весьма высокими техническими характеристиками. Отмечается, что теперь нужда делать что-либо своими руками может возникнуть только у настоящих фанатов своего дела, читающих журнал "Радио".

Крик в ночи

После того как сотрудники пекинского подразделения Microsoft Research разработали лампу AutoCharge, способную обнаруживать в помещении имеющиеся смартфоны и автоматически заряжать их направленным лучом света, группа отечественных учёных решила пойти ещё дальше и разработала автоматическую зарядку электронных устройств с помощью звука. К примеру, если вы обнаружили, что ваш смартфон разрядился, достаточно издать в его направлении несколько очень громких криков и гаджет зарядится на 10 % ёмкости аккумулятора. Относительно высокий КПД подобной акустической зарядки является столь большим секретом, что пока неизвестен даже примерный круг разработчиков устройства. Однако не исключено, что по мере коммерциализации данного изобретения наши улицы наводнят граждане, неистово орущие на свои смартфоны и планшеты.

Цифровые животные

Несмотря на все многолетние восторги и ожидания прихода так называемого искусственного интеллекта, американские учёные, наконец-таки, сделали ещё один шаг на пути к его созданию и создали робота, который мыслит как червь. Они поместили в тело, собранное из конструктора Lego, нейронную сеть, повторяющую мозг круглого червя, который содержит всего примерно 300 нейронов и 1000 клеток. Исследователи разметили связи между ними и воспроизвели их в виде ПО. Считается, что этот проект — один из первых шагов на пути к цифровому бессмертию, которое может наступить для кого-то даже раньше, чем кажется. Учёные были приятно удивлены тем, что робот начал вести себя как червь, и оказалось, что характер нейронных связей действительно задаёт поведение. Похоже, многие поведенческие механизмы человека также определяются тем, как устроена нервная сеть мозга. В дальнейшем учёные планируют перейти к разработке более сложных цифровых животных, а также человека. Правда, человек в виде "цифровой" копии сможет "жить" лишь в довольно большом центре обработки данных (ЦОД) из-за неимоверного числа нейронов, из которых состоит его мозг. По данным американских телеком-компаний, богатые люди уже начали скупать свободную ёмкость в ЦОДах по всему миру, поскольку такое бессмертие кажется им более привлекательным мероприятием, чем заморозка трупов в надежде их последующего оживления потомками. Правда, скептики уже говорят, что из-за недостатков технологии "цифровые люди" будут гораздо более "тупой" копией оригинала.

Деньги назад

Оригинальный способ привлечения абонентов мобильной связи собирается использовать один из операторов, собирающихся покорить российский рынок. При недоступности связи или при её недостаточном качестве он собирается платить абонентам компенсационные выплаты, которые будут тут же поступать на лицевые счета граждан. Все потенциальные проблемы, возникающие в сети мобильной связи, будут дифференцированы и тарифицированы, что и будет доведено до сведения абонентов в момент подписания договора. Надо отметить, что такие неожиданные новости уже крайне нервируют конкурентов и могут существенно повлиять на сложившийся рынок.





Доисторический Интернет

Серьёзным ударом для интернет-общественности стали последние раскопки на месте древней шумерской цивилизации. Расшифровка найденных глиняных табличек неожиданно показала, что на них указаны аналоги доменных имён, используемых в современном Интернете. Это убедительно свидетельствует о том, что древний центр по выдаче доменных имён находился не в Америке. Однако до сих пор загадкой является технология, на которой работал шумерский Интернет. В связи с этим учёные выдвигают несколько гипотез его появления от путешествий интернетчиков во времени до интернетчиков-инопланетян.

Интеллектуальный матрас

Недавно группа зарубежных энтузиастов представила чехол для матраса, оснащённый целым рядом сенсоров, который после подключения к электросети фактически превращает кровать в элемент так называемого "умного дома". Это, к примеру, поможет регулировать температуру под одеялом с помощью нагревательных элементов, делая сон более комфортным. При этом устройство способно поддерживать различный уровень температуры на каждой половине кровати. Однако отечественные изобретатели пошли ещё дальше и путём подключения такого же чехла к Интернету сумели превратить матрас в центр управления "умным домом" и даже в офисное рабочее место. Такой интеллектуальный матрас может защитить владельца и от интернет-хакеров, и от реальных грабителей, для которых он превращается в чрезвычайно эффективный электрошокер. Ну а для владельца данного устройства теперь главное, чтобы матрас не перепутал его с грабителем.

Очки восполненной реальности

Пока целая команда западных ИТ-стартапов пытается поместить в очки GoogleGlass как можно больше так называемой "дополненной реальности", выходящей за пределы нашего бытия, группа компьютерщиков-ветеранов советского потребительского рынка выводит на рынок очки, которые способны дополнять окружающий мир отдельными виртуальными предметами. К примеру, даже на пустых полках магазина обладатель подобных очков увидит изобилие продуктов и не ощутит какого-либо дискомфорта от дефицита времён позднего развитого социализма, а заглянув в кошелёк, он с удовлетворением отметит наличие тугой пачки банкнот. В настоящее время сторонние разработчики могут предложить для подобных очков свои ИТ-приложения с "тем, чего нет". Помимо множества заказов от потенциальных потребителей, разработчики девайса с удовлетворением отмечают, что с помощью их очков уже можно, например, увидеть у подъезда дома собственный роллс-ройс, а рядом с собой — жену из списка Forbes или из пула супермоделей с "внешностью по заказу". Очки будут предоставляться совершенно бесплатно, поскольку позволяют проецировать рекламу, которая и является основой всей бизнес-модели.

Антистерео

В каждой стране есть популяция граждан, злоупотребляющих алкоголем со всеми вытекающими последствиями. С одним из оптических последствий опьянения предлагают бороться разработчики ещё одного приложения для очков GoogleGlass, получившего звучное название "кристальный взгляд". Алгоритм работы приложения включает в себя индивидуальную работу с изображением, получаемым мозгом владельца от каждого глаза. Адаптивное компьютерное сведение двух изображений позволяет избежать двоения в глазах даже очень сильно пьяного человека.

Обмен телами

Шлемы виртуальной реальности теперь можно использовать не только для видеоигр и проектирования, но и для проведения увлекательных экспериментов. Таких как, например, обмен телами, который наладили разработчики из Великобритании. Это, в частности, помогает лучше понять, что значит быть более худым или более полным, некрасивым или харизматичным, большого или маленького роста, женщиной или мужчиной, преступником или конгрессменом. По словам авторов идеи, это — хороший инструмент для развития эмпатии (сопереживание текущему эмоциональному состоянию другого человека) у представителей разных социальных, культурных и идеологических контекстов. Изобретением уже заинтересовалась полиция, которая хочет воспитывать толерантность среди личного состава, а также психиатры, работающие с проявлениями расовой нетерпимости. Оказывается, даже самый отъявленный националист быстро меняет своё отношение к окружающему миру, побыв в шкуре негра на плантациях или в лапах ку-клукс-клана.

Вещевой конфликт

Конфликт вещей в "Интернете вещей" — это те риски, с которыми столкнётся в обозримом будущем прогрессивное человечество. Однако уже сегодня борцы с киберпреступностью ежедневно фиксируют множество кибератак на всё, подключённое к Интернету. И если к нему будут подключены абсолютно все созданные человечеством вещи, каждая из них потенциально может выйти из повиновения по воле чужого злого умысла или из-за неумелого пользования. Кто будет наводить порядок? Как считают специалисты, никто — вышедшую из повиновения вещь проще уничтожить интеллектуально, разрушив её чиповые "мозги" и заменив их новыми в фирменном ИТ-сервисе.

Интеллект против интеллекта

Недавно астрофизик Стивен Хокинг предостерёг человечество от того, что когда-нибудь искусственный интеллект "сможет перемудрить нас всех" и призвал человечество создать колонии на других планетах, чтобы избежать техногенной катастрофы. Конечно, генная инженерия поможет "усовершенствовать человеческий род", но это чрезвычайно медленный процесс. Напротив, компьютеры по "закону Мура" удваивают свою скорость и объём памяти каждые 18 месяцев. Есть опасность, что у компьютеров разовьётся разум и они захватят власть, однажды осознав своё интеллектуальное превосходство. Люди не смогут конкурировать, поскольку их возможности ограничены медленной биологической эволюцией. Они будут восприниматься в любом технологическом процессе как лишнее мешающее звено и постепенно будут вытеснены. Однако самое опасное даже не в этом, а в том, что однажды искусственный интеллект, не ограничившись отстранением людей, затеет "битву с дураками". Учитывая всё вышесказанное, группа специалистов представила в Международный союз электросвязи проект универсального стандарта для любого программного продукта, который предусматривает дистанционное разрушение используемого алгоритма.

Сновидения по заказу

Управлением различными электронными устройствами с помощью мысли сегодня уже трудно удивить. Специалисты уже научились "снимать" необходимые сигналы с человеческого мозга, достаточные, чтобы управлять примитивными функциями по системе да-нет. Однако учёные из одного Санкт-Петербургского университета пошли дальше и научились доставлять в мозг определённый контент, отображаемый в виде сновидения. Такие сновидения по заказу или Dream-on-Demand (DoD), как ожидается, будут иметь большой успех. Однако вопреки возможным опасениям никакой вседозволенности здесь не будет, и весь процесс сновидения по заказу будет осуществляться под строгим контролем. В частности, Роскомнадзор решил заранее предупредить граждан о том, что если к хорошим девочкам, к примеру, во сне DoD будет приходить Брэд Питт, то к плохим — депутат или другой политический деятель.

Браслет для джентльменов

В то время как студенты Томского политехнического университета изобрели решение, призванное отучить пользователя от употребления в своей речи нецензурных слов и слов-паразитов, против него уже успели выступить некоторые службы. И это, как известно, отнюдь не работники искусства. Предложенное решение состоит из электронного браслета на запястье и приложения для смартфона. Алгоритм работы следующий: браслет связывается по Bluetooth с каким-либо носителем программного обеспечения, например телефоном, и если человек употребил "запретную" лексику, браслет вырабатывает высоковольтный заряд электрического тока. Подобным цензором речи можно снарядить работников любой сферы услуг — продавцов, водителей маршруток или даже госслужащих, —

считают разработчики. Это поможет всем им учиться вежливости. Однако против изобретения уже выступило военное ведомство. Как показали многочисленные эксперименты, первое же острое слово простого сержанта запускает столь бурный процесс, взбадриваемый положительной обратной связью от электрических ударов, заканчивающийся либо разрядом аккумулятора, либо полным изнеможением пользователя, абсолютно неспособного выполнять свои прямые обязанности.

Квантовая интеграция вселенных

Признаться, большой неожиданностью для нашей редакции было письмо от одного уважаемого североамериканского технологического университета по следам статьи "Путешествия к иным мирам", напечатанной в № 11 нашего журнала за прошлый год. Выяснилось, что несколько уважаемых профессоров предметно заинтересовались изложенной в статье трактовкой энергетического квантования мироздания, на одном из уровней которого, как утверждалось в статье, и обретается видимая нам Вселенная. Оказывается, изучая туннельный эффект в полупроводниках, учёные долго не могли раскрыть его настоящую природу, пока им в руки не попал журнал "Радио". И теперь кажущийся мгновенным квантовый переход в нашем пространстве из одного энергетического состояния материи в другое сравнительно просто объясняется временным переходом материи в параллельную Вселенную, находящуюся на ином энергетическом уровне. Причём из-за несовпадения временных шкал со стороны другой Вселенной переход в иную Вселенную может занимать весьма продолжительное время и может относиться отнюдь не только к электронам. В этом случае снимается также известное противоречие между общей теорией относительности и квантовой физикой — теперь они могут существовать одновременно. За все эти своевременные мысли учёные благодарны нашему журналу и даже пообещали поделиться Нобелевской премией. Теперь же они занимаются проблемой межвселенского пространственного перехода более крупных объектов, вплоть до живых организмов. И не исключено, что регулярно фиксируемые в самых разных частях планеты исчезновения людей — это всего лишь проявление квантовой относительности Вселенной.

* * *

Мы могли бы продолжать эту бесконечную и безудержную череду апрельских инноваций, но у журнальных страниц, как и у веры читателей в то, что на них написано, есть границы. Да и как говорил Салтыков-Щедрин: "Всякому безобразию — своё приличие". ■

Спутниковые ресиверы DRE(DRS)-4500

Устройство и ремонт

В. ФЁДОРОВ, г. Липецк

Широкое распространение компанией НСК программ "Триколор ТВ-Центр" [1] на западной территории России подвигло её к продвижению передач на восток страны. В начале проекта "Триколор ТВ-Сибирь" использовали ресиверы DRE-5500 [2] с САМ-модулями системы DRE CRYPT, имеющие встроенный транскодер MPEG-2/MPEG-4. Но для снижения себестоимости было решено применить новые ресиверы DRE-4500 фирмы Digi Raum Electronics со встроенным транскодером, позволяющие устанавливать смарт-карты системы DRE CRYPT. Через несколько лет на смену DRE-4500 пришёл ресивер DRS-4500, выпускавшийся тайваньской фирмой DownRidge Select Limited, представлявшей собой правопреемницу Digi Raum Electronics.

В публикуемой статье рассмотрены ресиверы DRE(DRS)-4500, их особенности и различия, методы диагностики неисправностей, возникающих при их эксплуатации, причины, приведшие к ним, и способы их устранения.

Напомним, что по проекту "Триколор ТВ-Сибирь" НСК начала вещание 6 декабря 2007 г. на территории Урала, Сибири и части Дальнего Востока [1]. Для этого сначала использовали каналы спутника БОНУМ-1 в позиции 56° в. д. С целью вещания были арендованы два транспондера: 27 (12226,16 МГц) и 39 (12379,32 МГц) с левосторонней круговой поляризацией, а позже — дополнительно транспондер 35 (12379,60 МГц) с такой же поляризацией. Трансляцию вели в цифровом стандарте DVB-S.

Поскольку к началу 2013 г. спутник БОНУМ-1 практически исчерпал свой ресурс, ФГУП "Космическая связь" совместно с компанией Intelsat обеспечили перевод американского спутника DIREC TV-1R в позицию 55,8° в. д. Программы транслировали через транспондеры T0019 (12486,44 МГц), T0014 (12413,54 МГц) L, T0016 (12442,70 МГц) L, T0012 (12384,38 МГц) L, T0010 (12355,22 МГц) L. Первый из них вещал с правой круговой, а остальные — с левой круговой поляризацией. Ввиду того что полоса пропускания транспондеров была 24 МГц (33 МГц у спутника БОНУМ-1), скорость потока уменьшилась до 21500 Мбит/с при свёрточном коде 3/4.

В апреле 2014 г. спутник DIREC TV-1R, также практически отработавший свой ресурс, был замещён российским спутником ЭКСПРЕСС АТ-1, выведенным в ту же позицию 16 марта 2014 г. Программы стали транслировать через транспондеры TP13 (11958 МГц), TP15 (11996 МГц), TP17 (12034 МГц), TP19 (12073 МГц), TP21 (12111 МГц), TP23 (12149 МГц), TP25 (12188 МГц), TP27 (12226 МГц), TP29 (12265 МГц), TP31 (12303 МГц), TP33 (12341 МГц), TP37 (12418 МГц), TP39 (12456 МГц). Все они вещают с левой круговой поляризацией со скоростью потока 27500 Мбит/с при свёрточном коде 3/4.

Для передачи через такое ограниченное число (13) транспондеров большого пакета телевизионных каналов (40) передачи ведутся по формату сжатия видеосигналов MPEG-4, который предоставляет более высокие коэффициенты сжатия, чем MPEG-2. Кодирование происходит в системе DRE CRYPT 2. С целью просмотра программ необходимо установить в ресивер оплаченную смарт-карту "Триколор ТВ-Сибирь".

Модели DRE(DRS)-4500 (внешний вид показан в [1]) собраны почти по одинаковым схемам. Практически они отличаются входными NIM-модулями, узлами питания внешнего конвертера и коре-модулями (в их состав входит транскодер MPEG-2/MPEG-4). Они собраны в одинаковых корпусах, но с разными фирменными надписями на шильдиках передней панели.

Эти цифровые ресиверы предназначены для приёма спутниковых телевизионных и радиовещательных программ, передаваемых по системе DVB-S. Они преобразуют цифровой входной сигнал в аналоговый сигнал цветного телевидения со стандартным разрешением SD (Standard Definition). Частоты входных сигналов, приходящих с конвертера, могут находиться в пределах 950...2150 МГц и иметь уровень от −65 до −25 дБмВт. Приём может происходить по системам MCPC и SCPC (множество программ или одна программа на одной несущей соответственно).

Ресиверы обеспечивают также приём сервисной информации, телетекста, субтитров. Память ресивера сохраняет настройки на 5000 каналов. Для управления, настройки и установки параметров приёма используют меню экранной графики OSD и семидневное русифицированное навигационное меню EPG.

Для управления внешними устройствами, коммутирования конвертеров применён интерфейс, работающий по протоколам DiSEqC 1.0—1.2 (USALS). Ресиверы имеют выходы CVBS (разъёмы RCA-JACK или CINCH), компонентные (S-VIDEO и SCART, последний обеспечивает вывод сигналов R, G, B для

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015

организации просмотра программ в студийном качестве).

Обновление программного обеспечения (ПО) ресиверов происходит с хост-компьютера, снабжённого последовательным интерфейсом RS-232. Также имеется возможность OTA (Over To Air) — обновления со спутника. Потребляемая мощность от сети переменного напряжения 190...250 В при частоте 50/60 Гц — не более 20 Вт. Допустимая рабочая температура — 5...40 °С. Размеры — 260×50×180 мм. Масса — не более 1,4 кг.

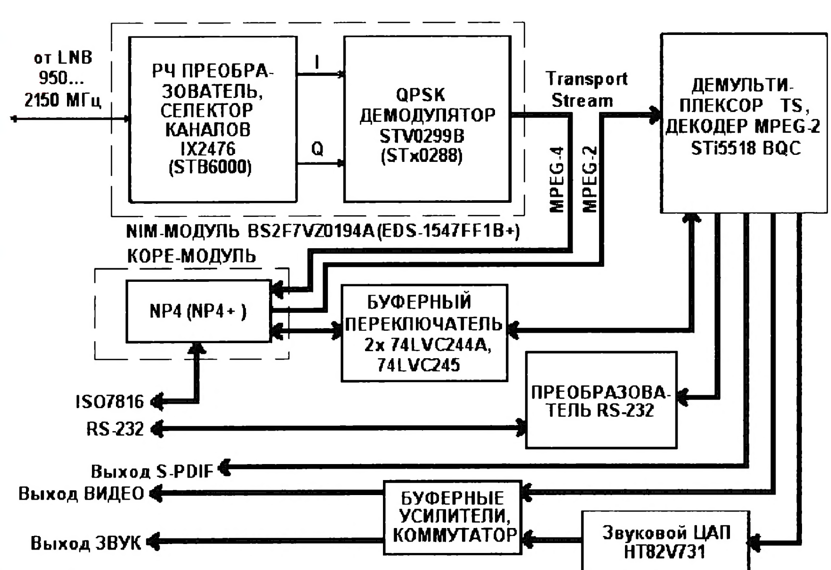


Рис. 1

Кроме приёма открытых (FTA — Free To Air) каналов, ресиверы позволяют при использовании декодера, входящего в состав коре-модуля, просматривать кодированные каналы, скремблированные в системах DRE CRYPT 2 и BISS (Mode 1 с памятью на семь фиксированных ключей). Кодировка DRE CRYPT 2 внедрена в проекте "Триколор ТВ", а систему BISS широко используют российские государственные спутниковые вещатели.

У ресиверов отсутствует CI-интерфейс (Common Interface) общего назначения для установки CAM-модулей. Поэтому просмотр программ, кодированных по другим системам криптографии, невозможен.

Несмотря на то что в настоящее время описываемые ресиверы официально сняты с производства, в восточной части России и странах Средней Азии имеется большой (несколько сот тысяч) парк этих аппаратов, и они по-прежнему рекомендуются НСК. Хотя компания настоятельно предлагает заменить их на современные ресиверы, имеющие расширенные функциональные возможности, она продолжает программно поддерживать их и модернизировать ПО.

Структурная схема ресиверов показана на **рис. 1**. Входной сигнал с наружного конвертера поступает на NIM-модуль. В ресиверах DRE-4500 использован модуль BS2F7VZ0194A, а в ресиверах DRS-4500 — модуль EDS-1547FF1B+, описанный в [2].

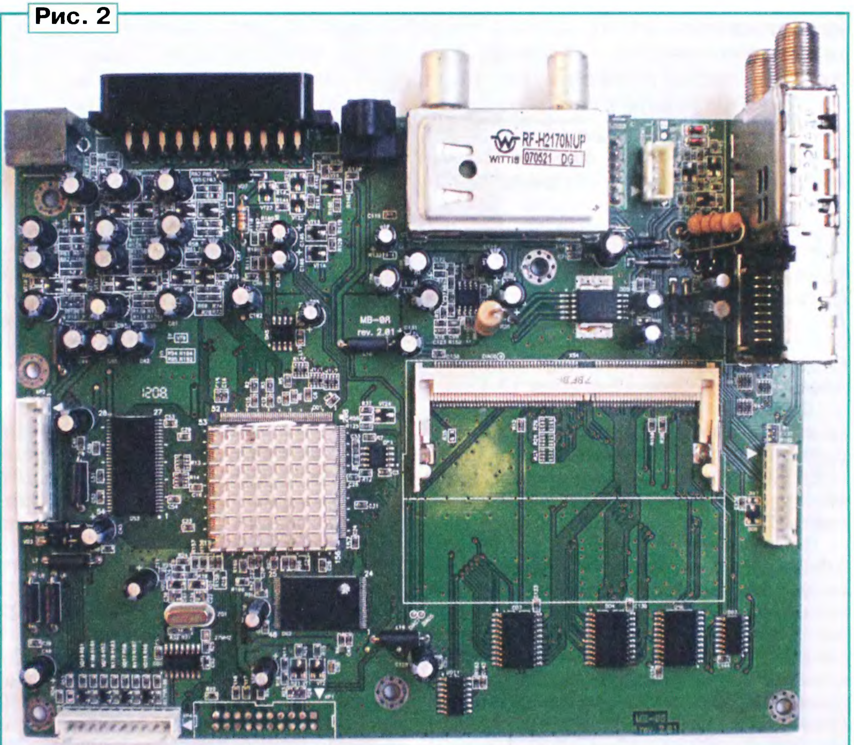
NIM-модуль BS2F7VZ0194A содержит микросхему РЧ-преобразователя-селектора каналов IX2476VA фирмы Sharp. Она обеспечивает настройку ресивера на несущую частоту требуемого канала и преобразует входной сигнал (при нулевой ПЧ), выделяя из него составляющие I и Q.

В модуле BS2F7VZ0194A сигналы I и Q проходят с РЧ-преобразователя на QPSK-демодулятор STV0299B фирмы ST Microelectronics. В нём происходит стандартная демодуляция QPSK-сигналов со скоростями потока 2...45 Мбит/с. Для коррекции ошибок в декодере свёрточный код Виттерби может принимать весь ряд стандартных значений: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 (при длине кодового ограничения K = 7). Кроме того, демодулятор обеспечивает деперемежение сигнала и декодирование кодов Рида-Соломона с коррекцией ошибок. Выходной транспортный поток Transport Stream (TS) дерандомизируется и нормализуется согласно нормам стандарта DVB-S и поступает на выход NIM-модуля.

С целью изменения поляризации конвертера использован метод инжекции в кабель снижения постоянного напряжения разных значений, служащего одновременно для питания конвертера: 13±0,5 В (вертикальная) или 18±0,5 В (горизонтальная). Потребляемый ток не должен превышать 0,5 А. В случае его превышения срабатывает защита и программно сообщается об этом пользователю. Поддиапазоны Ku-диапазона переключают путём подачи в кабель снижения синусоидального немодулированного сигнала частотой 22±4 кГц и амплитудой 0,6±0,2 В. Внешними дополнительными устройствами (поворотными механизмами, переключателями конвертеров) управляют инжектированием в кабель снижения команд, сформированных на основе протоколов DiSEqC 1.0—1.2 (USALS).

С выхода NIM-модуля сигналы TS в формате MPEG-4 или MPEG-2 приходят на коре-модуль, выполненный на микросхеме AVC-декодера NP4 или NP4+. Он связан с многофункциональным однокристальным декодером в процессоре STi5518BQC семейства Omega. Его основой служит микроконтроллер ST20, управляющий функционированием всего ресивера. Сигналы TS проходят либо через транскодер MPEG-4/MPEG-2 коре-модуля и затем на процессор, либо поступают непосредственно на процессор, если приняты передачи, сжатые по системе MPEG-2.

Рис. 2



XP2
ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ
DS1 24C64
XS3 SPDIF
XP4
ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
XP1
J-TAG ИНТЕРФЕЙС
XP6
ИНТЕРФЕЙС RS-232
DM1 BS2F7VZ0194A
DD5 LNBP13A

Рис. 3.1

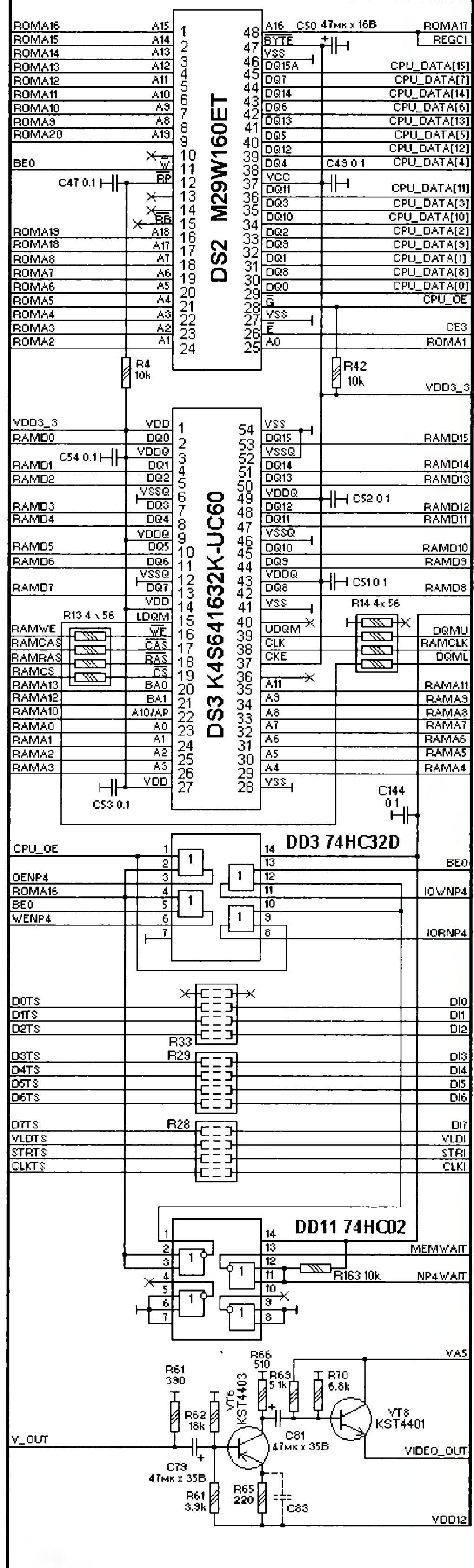


Рис. 3.3

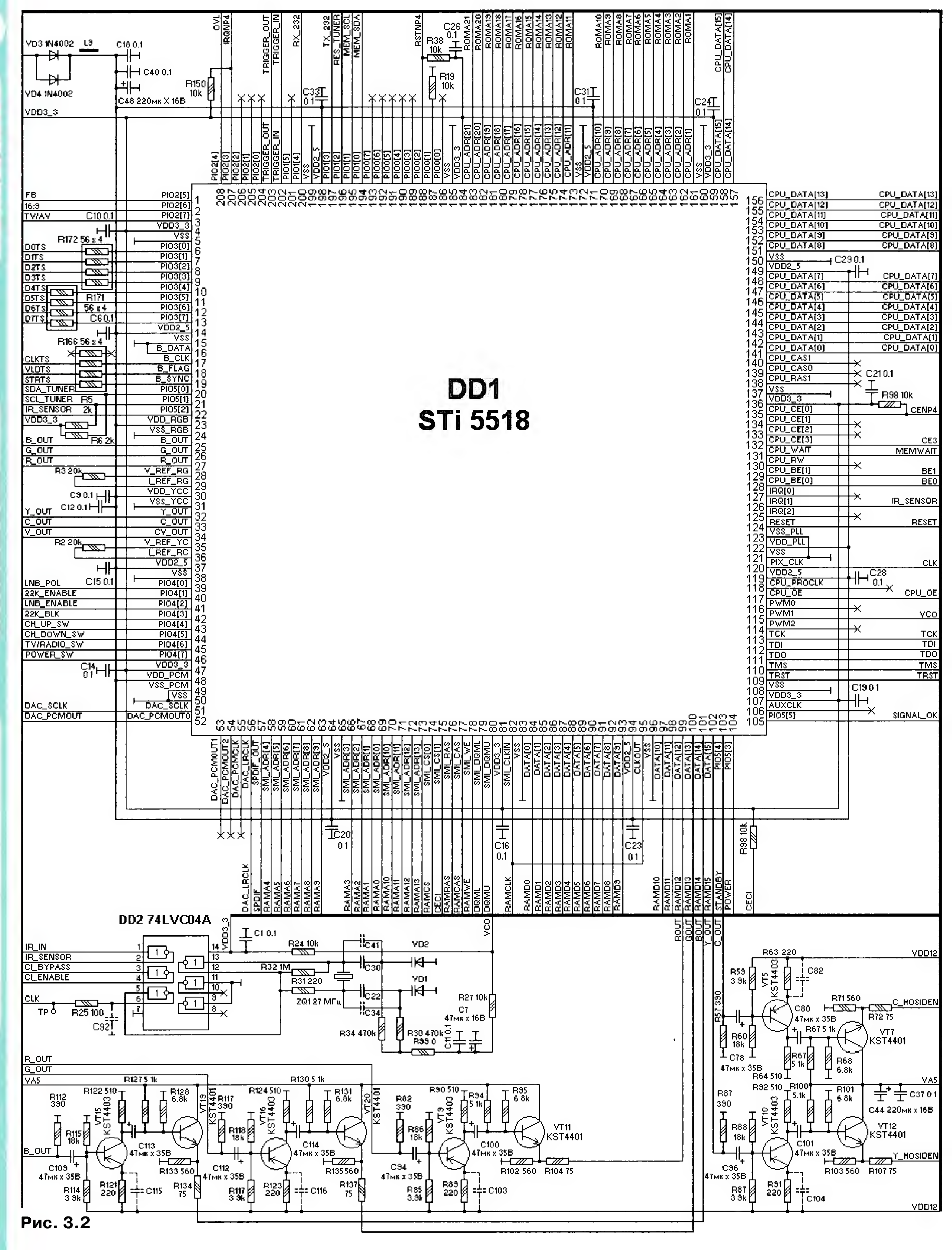

DD1
STi 5518
DD2 74LVC04A
VD3 1N4002
VD4 1N4002
C48 220мк X 16В
ZQ1 27 МГц
C7 47мк х 16В
C44 220мк х 16В
VT15 KST4403
VT19 KST4401
VT16 KST4403
VT20 KST4401
VT9 KST4403
VT11 KST4401
VT5 KST4403
VT7 KST4401
VT10 KST4403
VT12 KST4401
C_HOSIDEN
Y_HOSIDEN

Рис. 3.2

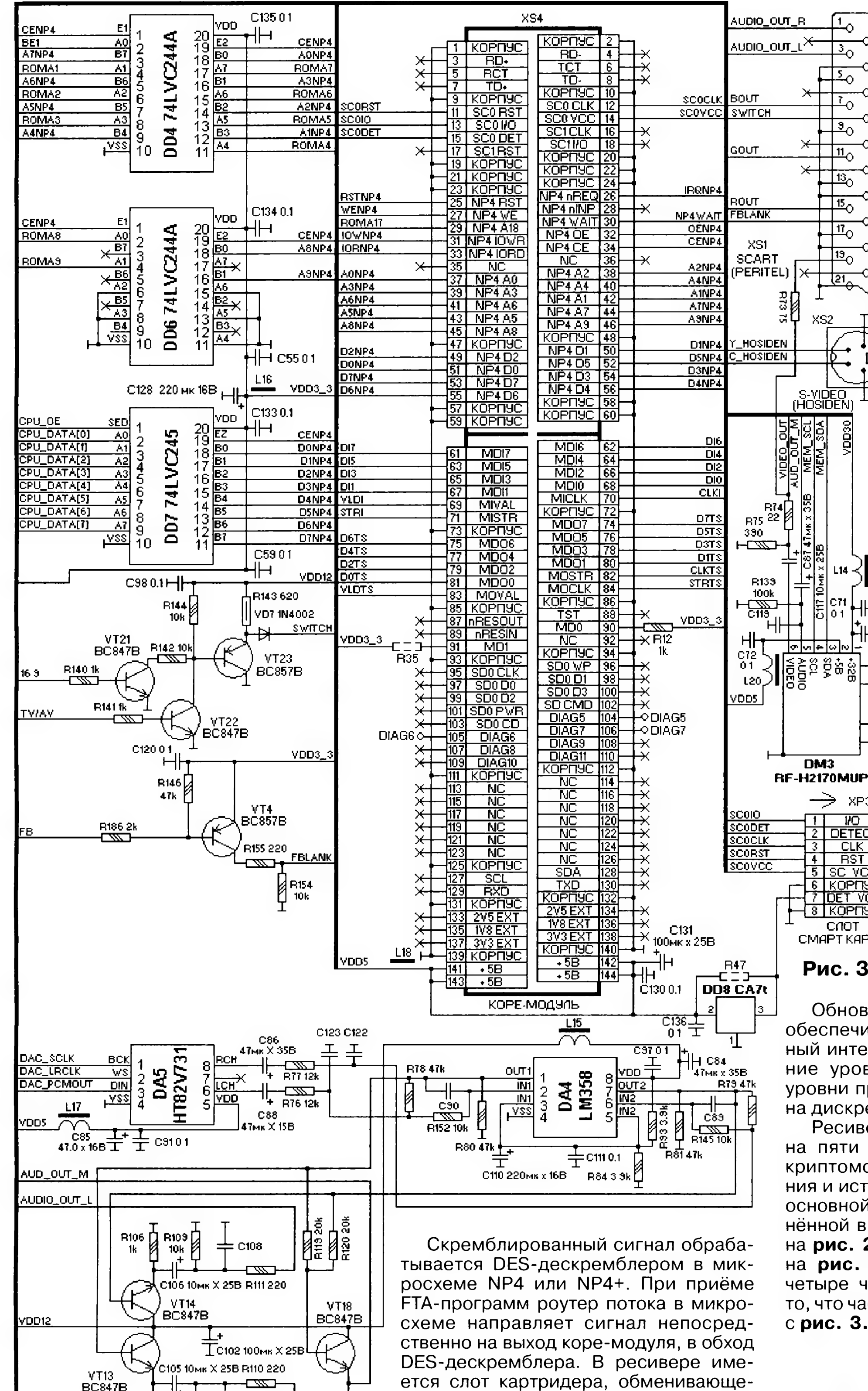


Рис. 3.4

Для связи AVC-декодера и микросхемы STi5518BQC использована технология клиент-сервер по принципу работы CAM-модулей. О коре-модуле подробнее будет рассказано ниже.

Скремблированный сигнал обрабатывается DES-дескремблером в микросхеме NP4 или NP4+. При приёме FTA-программ роутер потока в микросхеме направляет сигнал непосредственно на выход коре-модуля, в обход DES-дескремблера. В ресивере имеется слот картридера, обменивающегося данными со смарт-картами посредством интерфейса, соответствующего стандарту ISO 7816. Интерфейс связан с дескремблером системы условного доступа DRE CRYPT в микросхеме NP4 или NP4+.

С выхода коре-модуля сигналы TS попадают на однокристальный декодер STi5518BQC, который обрабатывает их согласно спецификации MPEG-2 ISO/IEC 13818 при входной скорости до 60 Мбит/с. Они демультиплексируются им, выделяя требуемый телевизионный или радиовещательный канал, а также сигналы сервисной информации.

Полученные сжатые пакеты сигналов видеоизображения и звука со скоростями до 15 Мбит/с декодируются MPEG-декодером (MPEG-2 MP@ML ISO/IEC 13818). С его выхода цифровой несжатый видеосигнал в формате 4:3 или 16:9 (720 пкс на 576 строк при частоте полей 50 Гц), преобразованный DENC-кодером, проходит на буферные выходные усилители, выполненные на дискретных элементах. Цифровой несжатый сигнал звукового сопровождения поступает на выходные усилители через ЦАП HT82V731 фирмы Holtek.

С ресиверов можно снимать как композитный видеосигнал ПЦТВ (разъёмы RCA и SCART), так и компонентные RGB (SCART) и Y/C (S-Video). Аналоговые сигналы звукового сопровождения выведены как на RCA-, так и на SCART-разъёмы, а цифровые — через оптический S/P-DIF-выход.

Обновление ПО с хост-компьютера обеспечивается через последовательный интерфейс RS-232. Преобразование уровней интерфейса в рабочие уровни процессора происходит в узле на дискретных элементах.

Ресиверы DRE(DRS)-4500 собраны на пяти печатных платах: основной, криптомодуля, картридера, управления и источника питания. Внешний вид основной платы MB-08 rev.2.01, применённой в ресивере DRE-4500, показан на **рис. 2**, а принципиальная схема — на **рис. 3**. Последняя разделена на четыре части. Обратите внимание на то, что часть **рис. 3.3** помещена рядом с **рис. 3.1**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фёдоров В.** "Триколор ТВ" — общедоступное телевидение. — Радио, 2013, № 3, с. 8—10.

2. **Фёдоров В.** Спутниковые ресиверы DRE-5000/5500, DRS-5001/5003 и GS-7300. Устройство и ремонт. — Радио, 2014, № 2, с. 8—13; № 3, с. 8—10; № 4, с. 7—11; № 5, с. 7—11.

(Продолжение следует)

Предоконечный усилитель для мощных триодных выходных каскадов ламповых УМЗЧ

О. РАЗИН, г. Москва

Описываемый здесь предоконечный усилитель предназначен для работы в мощных ламповых УМЗЧ с триодными выходными каскадами, построенными по двухтактной схеме и работающими в классах AB_1 и B_1.

При конструировании мощных ламповых усилителей звуковой частоты на триодах, работающих в классах усиления AB_1 и B_1, приходится сталкиваться с непростой задачей обеспечения необходимого размаха напряжения сигнала ($U_{пик-пик}$) на управляющих сетках выходных ламп. Связано это с тем, что для мощных триодов при работе в вышеуказанных режимах требуется высокое напряжение смещения. Например, в двухтактном выходном каскаде на триодах 6С33С при анодном напряжении 250...270 В и токе покоя 110...150 мА потребуется напряжение смещения 110...140 В в зависимости от имеющегося комплекта ламп (триоды 6С33С имеют весьма значительный разброс анодных характеристик). В этом случае предоконечный усилитель должен обеспечить размах напряжения на сетках выходных ламп соответственно 220...280 В. В двухтактном выходном каскаде на триодах ГМ-70 при анодном напряжении 1400...1600 В и токе покоя 50...75 мА потребуется напряжение смещения 180...200 В. При таком напряжении смещения предоконечный усилитель должен обеспечить размах напряжения сигнала на сетках оконечных ламп уже 360...400 В! И это с учётом сопротивления и ёмкости сеточных цепей выходных ламп, на которые нагружен предоконечный усилитель.

Одним из распространённых решений этой задачи является применение межкаскадного повышающего трансформатора, который к тому же является и фазоинвертором. Но изготовление высококачественного межкаскадного трансформатора — дело очень трудоёмкое и непростое. Поскольку этот трансформатор работает в сравнительно высокоомных цепях, его паразитные параметры сильно влияют на амплитудно-частотную характеристику. Покупка же готового высококачественного трансформатора обойдётся очень дорого. К тому же номенклатура подобных трансформаторов, выпускаемых некоторыми фирмами, весьма ограничена из-за невысокого спроса.

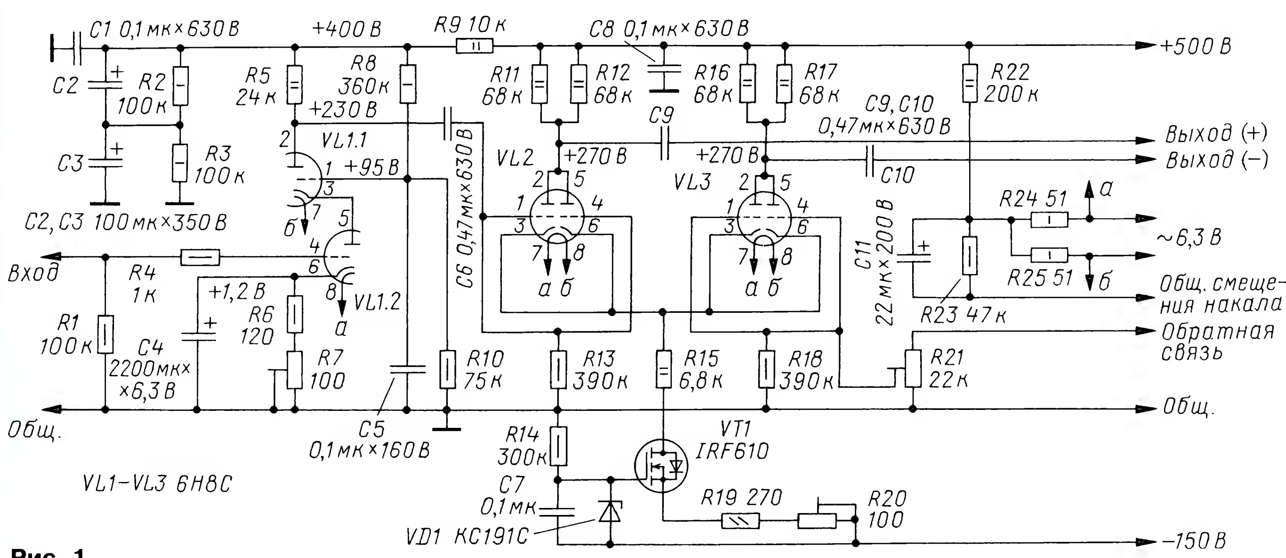


Рис. 1

В качестве альтернативы предлагаю схему предоконечного усилителя (**рис. 1**), которая при соответствующих анодных напряжениях обеспечивает необходимую "раскачку" мощных двухтактных выходных каскадов на триодах. Предоконечный усилитель собран на двойных триодах 6Н8С и при напряжении анодного питания 500 В обеспечивает на выходе два противофазных напряжения сигнала $U_{пик-пик}$= 300 В, а в случае необходимости, при максимальном для таких ламп напряжении анодного питания 600 В, обеспечит на выходе размах напряжения сигнала до 400 В.

"Как же так? Вы что, с ума сошли?! 6Н8С и 600 В анодного напряжения!" — воскликнет пытливый читатель. Не пугайтесь. Объясняю: в большинстве изданий типа "Справочник радиолюбителя", "Справочник по радиолампам", "Электронные приборы", а также на многочисленных интернет-ресурсах для лампы 6Н8С действительно указано максимальное анодное напряжение 330 В. И только в очень редких случаях добавлено слово "постоянное". В официальных же справочниках Госстандарта указано, что 330 В — это постоянное, долговременное напряжение на аноде этой лампы. Под сигналом же оно может меняться и достигать 660 В на пиках сигнала. Таким образом, в статическом режиме правильно рассчитанного резистивного каскада напряжение на анодах ламп не превысит 330 В при напряжении источника анодного питания +600 В. Единственно, что необходимо отметить, такой каскад должен *обязательно* иметь задержку включения анодного напряжения после включения напряжения накала.

Входной каскад усилителя собран на двойном триоде VL1, половины которого включены каскодом. При таком включении первый каскад имеет усиление, равное 60. Резисторы R6 и R7 образуют цепь автоматического формирования напряжения смещения нижнего по схеме триода каскода. Резисторы R8 и R10 задают напряжение на сетке верхнего триода каскода, а конденсаторы C4 и C5 являются блокировочными для сигнала. Резистор R7 — подстроечный, им устанавливают режим входного каскада, нагрузкой которого служит резистор R5. Резистор R1 служит для утечки обратного тока управляющей сетки, а резистор R4 необходим для предотвращения возможного паразитного самовозбуждения. Напряжение питания входного каскада снижается до 400 В резистором R9 за счёт тока потребления лампой VL1. Этот резистор совместно с конденсаторами C1—C3 образует сглаживающий фильтр для питания входного каскада. Резисторы R2, R3 выравнивают напряжение на конденсаторах C2, C3.

Второй каскад предоконечного усилителя, выполняющий также функцию фазоинвертора, собран на двух двой-

ных триодах VL2 и VL3 и представляет собой дифференциальный усилитель с источником тока в катодной цепи. Коэффициент усиления драйверного каскада — 8. Для снижения внутреннего сопротивления ламп VL2 и VL3 пары триодов соединены параллельно. Сигнал через межкаскадный конденсатор C6 подаётся на сетки триодов VL2. На сетки триодов VL3 с подстроечного резистора R21 подаётся сигнал обратной связи. В качестве источника стабильного тока используется полевой транзистор VT1, а резистор R15, помимо увеличения сопротивления источника тока, служит для разгрузки транзистора по мощности. Поскольку в качестве напряжения питания источника тока обычно используют напряжение источника смещения для мощных ламп, которое достигает 100 В и более, на транзисторе рассеивается значительная мощность. Чтобы не устанавливать теплоотвод большой площади, значительную часть мощности можно рассеивать на резисторе в стоковой цепи транзистора.

Резистор R14 задаёт ток стабилитрона VD1, который обеспечивает фиксированное напряжение на затворе транзистора источника тока, а подстроечным резистором R20 регулируют этот ток, определяющий режим работы дифференциального усилителя. Диапазон регулировки тока задаёт резистор R19. Нагрузками триодов дифференциального усилителя служат резисторы R11, R12 и R16, R17, а R13 и R18 — резисторы утечки для сеток триодов дифференциального усилителя. Конденсатор C8 — блокировочный.

Для устранения фона переменного тока от подогревателей катодов в цепи накала резисторами R24 и R25 образована искусственная средняя точка, соединённая по переменному току конденсатором C11 с общим проводом. Делителем на резисторах R22 и R23 цепь накала смещена относительно "нуля" на +60 В. Общий провод цепи от искусственной средней точки и цепи её смещения необходимо соединить с общим проводом усилителя в "нулевой" точке блока питания. При мостовой схеме выпрямителя это будет минусовый вывод моста, а при двухполупериодной со средней точкой — средняя точка анодной обмотки сетевого трансформатора.

Номиналы элементов и значения напряжений на приведённой схеме указаны для анодного питания +500 В. При этом максимальное напряжение сигнала на противофазных выходах предоконечного усилителя ($U_{пик-пик}$) составляет 300 В.

Налаживание заключается в установлении статических режимов каскадов усилителя. Лампы VL2 и VL3 необходимо подобрать в пару по одинаковому коэффициенту усиления (при параллельном соединении обеих половин). Резистором R7 необходимо установить напряжение 1,2 В на выводе 6 VL1. Резистором R20 устанавливают напряжение 270 В на анодах VL2 и VL3. Величину обратной связи устанавливают в зависимости от схемы выходного каскада, применяемых в нём ламп и необходимого коэффициента демпфирования АС. В большинстве случаев при выходных каскадах на триодах глубину обратной связи устанавливают около 6 дБ. Каскад обеспечивает полное выходное напряжение при уровне сигнала на входе $U_{эфф}$, равном 500 мВ.

При необходимости большего напряжения на выходе предоконечного каскада анодное питание можно повысить до +600 В, чтобы максимальное напряжение сигнала на противофазных выходах ($U_{пик-пик}$) достигало 400 В. Номиналы некоторых резисторов усилителя при этом напряжении питания следующие: R9 — 22 кОм, R15 — 10 кОм (4 Вт), R20 — 150, R22 — 270 кОм, R23 — 32 кОм. Конденсаторы C9, C10 — на номинальное напряжение 800 В. Напряжение, выставляемое резистором R20 на анодах VL2 и VL3, — 330 В. Остальные номиналы и напряжения остаются без изменений. Сопротивления резисторов R15 и R20 взяты из условия, что минусовое напряжение питания источника тока равно –230 В. При необходимости такого уровня "раскачки" выходного каскада оно, очевидно, будет никак не меньше. Резистор R15 можно составить из двух резисторов по 20 кОм (по 2 Вт), соединённых параллельно.

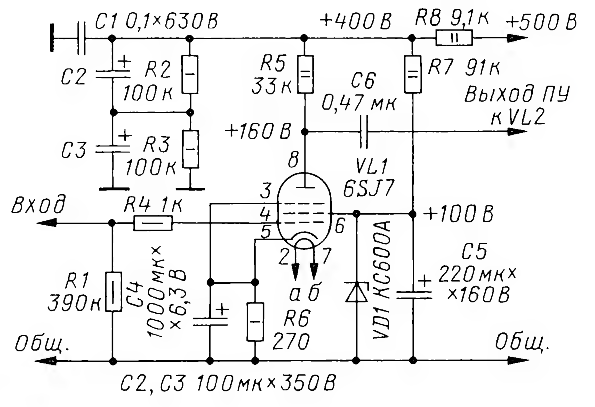


Рис. 2

В первом каскаде вместо двойного триода можно применить пентод, как показано на **рис. 2**. Наиболее подходящим пентодом с октальным цоколем для предварительного усиления звуковой частоты является пентод 6Ж8. Однако в "открытом" исполнении усилителя далеко не всем нравятся лампы с металлическим баллоном. В этом случае можно применить импортный пентод 6SJ7-GT. Он является практически аналогом отечественного пентода 6Ж8, но имеет стеклянный баллон.

Большинство элементов в катодной, сеточной и анодной цепях каскада, а также в цепи питания имеют те же назначения, что и в каскодной схеме с двойным триодом. Для стабилизации напряжения на экранной сетке пентода применён стабилитрон VD1. Резистор R7 задаёт ток стабилитрона, а конденсатор C5 является блокировочным. Сопротивление резистора R8 указано для напряжения питания +500 В. В случае питания предоконечного усилителя напряжением +600 В номинал резистора R8 должен быть 18 кОм.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

В статье **Р. ИВАНЮШКИНА "Радиоприёмник "Балтика"** ("Радио", 2014, № 4, с. 16, 17) была приведена фотография (автор — А. Горский), взятая из Интернета редактором статьи без указания авторства и ссылки на первоисточник. Редакция приносит извинения автору статьи Р. Иванюшкину и подтверждает, что он не имеет к опубликованной в его статье фотографии никакого отношения.

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. "В результате переговоров между держателем лицензии на вещание в г. Москве на средневолновой частоте 612 кГц (МРЦ РТРС) и радиовещательным центром в Куркине достигнута договорённость о временном продлении вещания радиостанции "Радонеж" в прежнем режиме. В дальнейшем есть надежда, что этот спор хозяйствующих субъектов будет решён в пользу православных слушателей", — сообщил гендиректор Всемирного русского православного вещания "Радонеж" Евгений Никифоров.

Отметим, что на этой частоте сложилась громадная аудитория — в течение 20 лет православные программы слушали москвичи. Однако сложившаяся сейчас ситуация назревала давно. Земля, на которой стоит передатчик в Куркине, стоит значительно дороже, чем все услуги, оказываемые радиоцентром. Предполагается, что в обозримом будущем передающий центр в Куркине будет закрыт, а земля отдана под застройку (источники — URL: **http://radonezh.ru/news/radio-radonezh-prekraschaet-veschanie-v-moskve-na-srednikh-volnakh-125631.html**; **http://radonezh.ru/news/zakrytie-srednevolnovogo-veschaniya-radio-radonezh-otlozheno-na-mesyats-125844.html** (24.02.15)).

От автора: из Куркина также осуществляют вещание "Радио Теос" на частоте 1134 кГц, "World Radio Network" — на частоте 738 кГц и "Народное радио" — на частоте 612 кГц. Ситуация с закрытием радиоцентра может коснуться и их тоже.

БАШКОРТОСТАН, РЕСПУБЛИКА. Радиостанция "Energy" продолжает активно развивать свою региональную сеть. 5 февраля началось вещание "Energy" в городах Салават, Ишимбай и Стерлитамак. Трансляция осуществляется на частоте 107,7 МГц. Всего же в настоящее время на территории России установлены 63 передатчика станции, которые покрывают своими программами 382 города. Ранее на частоте 107,7 МГц работала "Милицейская волна" (источник — URL: **http://www.vkpm.ru/?an=rus_news_page&uid=78004** (24.02.15)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. 14 марта 2013 г. вещание радиостанции "Маяк" на всей территории России в диапазонах коротких, средних и длинных волн было прекращено, так как холдинг ВГТРК отказался оплачивать содержание передатчиков, которые распространяют сигнал станции. Часть городов и посёлков оказалась вообще без любимых передач. В феврале в г. Череповце работа "Маяка" возобновилась после двухгодичного перерыва, на сей раз — в УКВ-диапазоне на частоте 102,5 МГц (источник — URL: **http://www.gorodche.ru/news/society/49213/** (24.02.15)).

ЕВРЕЙСКАЯ АО. 3 февраля 2015 г. радиостанция "Наше Радио" появилась в г. Биробиджане — столице Еврейской автономной области на частоте 103 МГц. "Наше Радио" — одна из ведущих российских радиостанций, существует с 1998 г. Только самое лучшее и интересное, что производится на отечественной музыкальной рок-сцене, попадает в её эфир (источник — URL: **http://eaomedia.ru/news/society/03.02.2015/418674/novaya-radiostantsiya-nashe-radio-nachala-veschanie-v-birobidzhane.html** (24.02.15)).

ЕКАТЕРИНБУРГ. Филиал РТРС "Свердловский ОРТПЦ" начал трансляцию радиопрограммы "Радио Вера" в г. Екатеринбурге. Для прослушивания новой радиостанции слушателям нужно настроить свои приёмники на частоту 93,7 МГц. "Радио Вера" — это новая радиостанция, которая рассказывает современному жителю мегаполиса о вечных истинах православной веры (источник — URL: **http://ekburg.rtrs.ru/news/read/207/** (24.02.15)).

КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Хорошее FM" появилась на частоте 101,2 МГц в г. Анжеро-Судженске, это первый город для сетевой станции в Сибири (источник — URL: **http://horoshee.fm/news/125** (24.02.15)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединились два города Краснодарского края: Лабинск и Курганинск. Частота вещания в Лабинске — 102,1 МГц, потенциальная аудитория — 61,2 тыс. человек, в Курганинске частота вещания — 90,1 МГц, охват населения — 48,5 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2208.htm** (24.02.15)).

КРЫМ. С 31 декабря 2014 г. программы радиостанции "Звезда" звучат в эфире города-героя Севастополя (частота вещания — 105,6 МГц) и в столице Крыма — г. Симферополе, частота вещания —104,3 МГц (источник — URL: **http://www.radiozvezda.ru/news/169/** (24.02.15)).

МАРИЙ ЭЛ, РЕСПУБЛИКА. ООО "Радио-Дача" признано победителем на право осуществления наземного эфирного радиовещания в г. Йошкар-Оле на частоте 91,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2196.htm** (24.02.15)).

Голос ОАО "Телерадиокомпания Вооружённых сил Российской Федерации" — радиостанцию "Звезда" можно будет услышать в г. Йошкар-Оле на частоте 103,2 МГц, сообщила Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Вопрос решился на недавнем заседании Федеральной конкурсной комиссии по телерадиовещанию (источник — URL: **http://www.marpravda.ru/news/vsja-respyblika/v-yoshkar-ole-zazvuchat-esche-dve-novye-radiostant/** (24.02.15)).

НОВОСИБИРСК. Новосибирский "Областной депутатский канал", более известный как радиостанция "Слово", входит в ГУП "Дирекция Новосибирской областной телерадиовещательной сети" вместе с телеканалом ОТС. Презентация начала вещания "Слова" на частоте 106,2 МГц прошла 9 февраля (источник — URL: **http://tayga.info/news/2015/02/09/~119681** (24.02.15)).

Танцевальная радиостанция "Радио Рекорд", прекратившая работу в г. Новосибирске в 2012 г., вернулась на частоту 102,6 МГц. Первый эфир станции в этом городе вышел 7 июня 2005 г., но с 10 сентября 2012 г. танцевальное радио перестало работать. Более двух лет поклонники программ станции не оставляли попыток её вернуть, и вот она появилась вновь в новосибирском эфире на частоте, где ранее вещало "Радио Мир" (источник — URL: **http://news.ngs.ru/more/2043572/** (24.02.15)).

ПЕНЗА. Радиостанция "Дорожное радио" с 30 января звучит в эфире г. Пензы на частоте 104,3 МГц (источник — URL: **http://penza.bezformata.ru/listnews/104-3-fm-nachalo-veshanie-dorozhnoe/29052129/** (24.02.15)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. Главная государственная информационная радиостанция "Вести FM" с самыми свежими новостями отныне в радиоприёмниках и смартфонах жителей всех крупных городов области: в г. Самаре — на частоте 93,5 МГц, в г. Тольятти и г. Жигулёвске — на частоте 87,5 МГц (источник — URL: **http://tolyatty.ru/text/newsline/892645.html?full=3** (24.02.15)).

По результатам конкурса на право наземного эфирного вещания на частоте 92,9 МГц в г. Самаре получило "Наше Радио", сообщает Роскомнадзор. Кроме того, частота 98,2 МГц досталась радиостанции "Комсомольская правда" (источник — URL: **http://www.niasam.ru/Obschestvo/Nashe-radio-v-Samare-poyavitsya-na-chastote------FM55275.html** (24.02.15)).

СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ, РЕСПУБЛИКА. Радиостанция "Город" 2 февраля объявила о начале беспроводного вещания в г. Беслане на частоте 87,5 МГц. Кроме того, городскую волну можно слушать и в Интернете в любой точке мира. Доступно и мобильное приложение, которое уже пользуется популярностью. Радио "Город" существует уже три года и во Владикавказе, но только как проводное и в онлайне. Авторы проекта говорят, что будут расширять вещание, чтобы во всех районах могли слушать городскую волну.

СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ. К региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился г. Артёмовский, частота вещания — 99,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2176.htm** (24.02.15)).

ТАТАРСТАН, РЕСПУБЛИКА. С 30 января в г. Чистополе на частоте 99,4 МГц начала работать радиостанция "БИМ-радио". Впервые она появилась осенью 1994 г. в г. Казани, на сегодняшний день эфир "БИМ-радио" охватывает десять городов Татарстана (источник — URL: **http://kazanfirst.ru/online/38795** (24.02.15)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

РАДИО®

Региональную сеть вещания "Радио Дача" пополнил г. Заинск Республики Татарстан, частота вещания — 102,2 МГц, потенциальная аудитория — 43,9 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2174.htm** (24.02.15)).

ТУАПСЕ. Курортный г. Туапсе стал новым городом в сети радиостанции "Хорошее FM". Теперь хорошую музыку можно круглосуточно слушать на частоте 97 МГц. Это уже пятый город Южного федерального округа. Ранее радиостанция начала вещание в г. Геленджике, частота вещания — 90,7 МГц, в г. Новороссийске частота вещания — 90,7 МГц, в г. Анапе частота вещания — 93,7 МГц, в г. Славянске-на-Кубани и ст. Полтавской частота вещания — 105,8 МГц (источник — URL: **http://horoshee.fm/news/126** (24.02.15)).

УЛАН-УДЭ. В этом городе появилась новая радиостанция — "Ретро FM" на знакомой для жителей города частоте 105 МГц. Ранее здесь транслировались программы станции "Юмор FM" и радио "Energy", которые впоследствии прекратили работу. Кроме того, уже активно готовятся к запуску ещё две новые радиостанции. "Детское радио" будет вещать на частоте 101,9 МГц, а "Радио Дача" — на частоте 91,6 МГц (источник — URL: **http://baikalfinans.com/biznes/130215.html** (24.02.15)).

УЛЬЯНОВСК. Сразу две новые радиостанции в ближайшее время начнут свою работу в г. Ульяновске. Роскомнадзор провёл конкурс на предоставление частот 90,6 МГц и 101,3 МГц в ульяновском радиоэфире. Их заняли соответственно радиостанции "Шансон" и "Весна FM", которые можно будет услышать уже в 2015 г. (источник — URL: **http://73online.ru/readnews/32281** (24.02.15)).

ЧУВАШСКАЯ РЕСПУБЛИКА. ООО "Радио Дача" признано победителем конкурса на наземное эфирное радиовещание в г. Чебоксары на частоте 96,5 МГц, потенциальная аудитория — 600 тыс. человек (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/2196.htm** (24.02.15)).

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА (ДНР). Цифровое телевидение ДНР распространило сигнал от Краматорска до Волновахи. Об этом заявил 12 февраля на пресс-конференции в Доме правительства заместитель министра связи ДНР Александр Рыжков. "Мы можем вещать в радиусе примерно 110 км. То есть любой человек, имеющий современный телевизор, допустим плазменную панель, может получать пакет российских программ плюс четыре наших республиканских. Есть удалённые города и сёла, где люди об этом не знают. Им достаточно всего лишь развернуть антенну в нашу сторону и запустить сканирование", — отметил Рыжков, добавив, что впервые цифровое телевидение ДНР вышло в эфир 22 декабря 2014 г.

По данным Минсвязи ДНР, в список доступных программ входят 20 российских и четыре местных телеканала ("Первый республиканский", "Оплот", "Новороссия", "Юнион"). Также для приёма доступны три радиостанции: "Радио России", "Маяк" и "Вести FM".

"Стоит отметить, что такого открытого пакета нет нигде. В нашей стране это сделано впервые. Все каналы не зашифрованы. Мы не занимаемся коммерцией, мы открыли информацию для жителей республики", — подчеркнул Рыжков. По словам замминистра, услуги предоставляются гражданам бесплатно. Единственное, за что нужно платить, — дополнительное оборудование по приёму цифрового сигнала.

"При наличии мощной остронаправленной антенны смотреть донецкое и российское телевидение могут даже жители Славянска", — отметил, в свою очередь, начальник отдела по регулированию и контролю за использованием радиочастотного ресурса ДНР Владимир Брит. Напомним, создание собственного цифрового телевидения ДНР начала в апреле 2014 г., когда украинские власти начали проводить пропагандистскую политику и информационную блокаду в отношении региона (источник — URL: **http://www.nakanune.ru/news/2015/02**/12/22387588 (24.02.15)).

Хорошего приёма и 73!

Доработка радиоприёмника TECSUN S-2000. *Часть 8*

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Уровни сигналов ЗЧ

В этой части занимаемся доработкой SSB-детектора и улучшением качества сигналов ЗЧ, поступающих от детекторов на вход УЗЧ. При переключении диапазонов и видов модуляции хотелось бы получить одинаковую среднюю громкость принимаемых сигналов, чего в заводском приёмнике нет.

Схема заводского варианта SSB-детектора и сумматора сигналов ЗЧ показана на **рис. 8.1**. У элементов, в обозначении которых присутствуют знаки вопроса (???), на плате нет никакой маркировки, а если присутствует восклицательный знак (!) — разные элементы на плате имеют одинаковую маркировку. Сигналы от разных детекторов (АМ, ЧМ и SSB) суммируются на выводе 17 микросхемы TA2057, к которому подключён инвертирующий вход встроенного усилителя на ОУ с резистором $R_{ООС}$ сопротивлением 20 кОм в цепи отрицательной обратной связи (ООС). На этом выводе присутствует только постоянное напряжение 1,5 В. В нормальном режиме (без перегрузки) на этом выводе напряжение сигнала ЗЧ близко к нулю — так сказывается влияние ООС. Благодаря этому источники сигнала практически не влияют друг на друга.

Сигнал с выхода каждого из детекторов поступает через "свой" резистор, поэтому усиление определяется соотношением их сопротивлений. В режиме ЧМ $K_у = R_{ООС}/(1R53 + R_{вых1})$, где $R_{вых1}$ = 5 кОм — выходное сопротивление ЧМ-детектора. В режиме АМ в расчётах участвуют резисторы 1R52, 1R53 и $R_{вых2}$ (выходное сопротивление АМ-детектора), а в режиме SSB — резисторы 1R52, 1R53 и 1R110. Подборкой этих резисторов можно в широком интервале изменять громкость сигналов от всех источников. Измерения показали, что через резистор сопротивлением 20 кОм ($K_у$ = 1) на вывод 17 микросхемы TA2057 можно подавать сигнал ЗЧ размахом не более 1,2 В, что соответствует входному току ±30 мкА, при этом на выводах 12 и 13 искажений сигнала нет.

Схема этого сумматора содержит опасную "ловушку" — конденсаторы 1C29, 1C32 и 1C56. При чрезмерном уменьшении сопротивления резисторов 1R53, 1R51 и 1R52 в усилителе на встроенном ОУ за счёт ООС могут сильно усиливаться высокие частоты собственных шумов ОУ. Причём их усиление намного больше, чем усиление полезного сигнала ЗЧ. Это приводит к лишнему раздражающему шуму, который накладывается на сигнал. При доработке надо стремиться к тому, чтобы сопротивление вышеуказанных резисторов было не менее 10 кОм.

ФНЧ на RC-цепях

В схеме суммирования сигналов ЗЧ мы видим большое число ФНЧ на RC-цепях, задача которых — подавление сигналов ПЧ и высокочастотных шумов в сигнале ЗЧ. При этом они не должны влиять на полезный спектр сигнала ЗЧ, а крутизна АЧХ за полосой пропускания должна быть как можно круче. Насколько это реально и где можно заблудиться, мы постараемся выяснить, чтобы хорошее намерение не привело к плачевному результату. Сначала смоделируем результат того, что в нескольких разных местах тракта ЗЧ мы установили ФНЧ с одинаковой частотой среза (**рис. 8.2**). Условно для простоты расчёта примем, что между ФНЧ стоят буферные усилители с параметрами: $K_у$ = 1, $R_{вх} = \infty$ и $R_{вых}$ = 0.

Оценим действие ФНЧ на полосу пропускания, для этого удобно пользоваться АЧХ в линейном масштабе (**рис. 8.3**). Сплошные линии показыва-

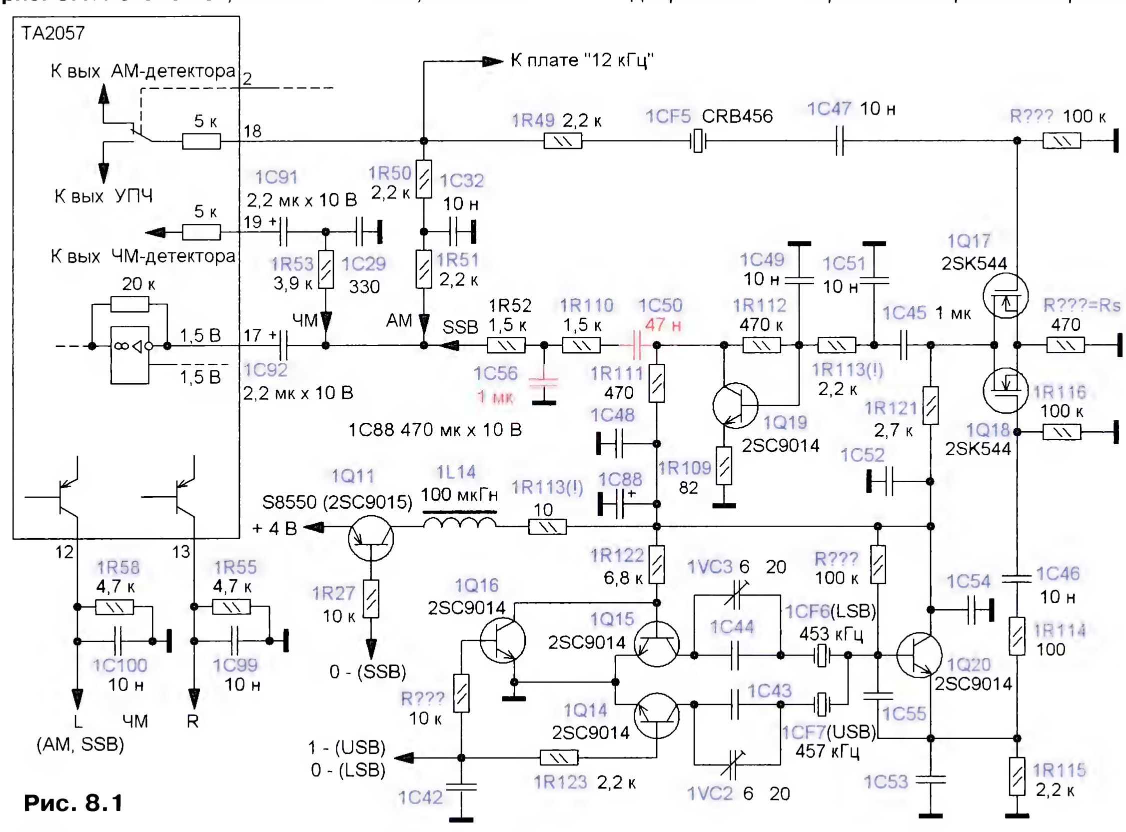


Рис. 8.1

Вход R1 DA1 R2 DA2 R8 DA8
C1 C2 C8
R1—R8 10 к
C1—C8 1,59 н
Вых 1 Вых. 2 Вых. 8

Рис. 8.2

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2014, № 9—12; 2015, № 1—3

ют АЧХ для цепи из одного, двух, четырёх и восьми одинаковых последовательно включённых ФНЧ. Если у одного ФНЧ (кривая синего цвета, $R_п$ = 10 кОм и $C_п$ = 1,59 нФ) частота среза 10 кГц (по уровню 0,707), то у цепи из двух она уменьшается до 6,4 кГц (кривая красного цвета)! А разных ФНЧ, включённых последовательно, в наших приёмниках оказывается много. С каждым удвоением числа одинаковых ФНЧ частота среза уменьшается примерно на 30 %, и для восьми звеньев она составляет только 3 кГц. Штриховые кривые — это АЧХ ФНЧ на одном RC-звене, которые имеют те же частоты среза, что и цепи из нескольких звеньев. Интересен тот факт, что в диапазоне −50...+100 % от частоты среза эффективность фильтрации мало изменяется с усложнением схемы.

Это опровергает заблуждение, что с повышением числа простых RC-звеньев можно заметно увеличить крутизну АЧХ у частоты среза. А зачем тогда применяют ФНЧ, состоящие из нескольких RC-звеньев? Ответ дают АЧХ в логарифмическом масштабе (**рис. 8.4**).

Рис. 8.3

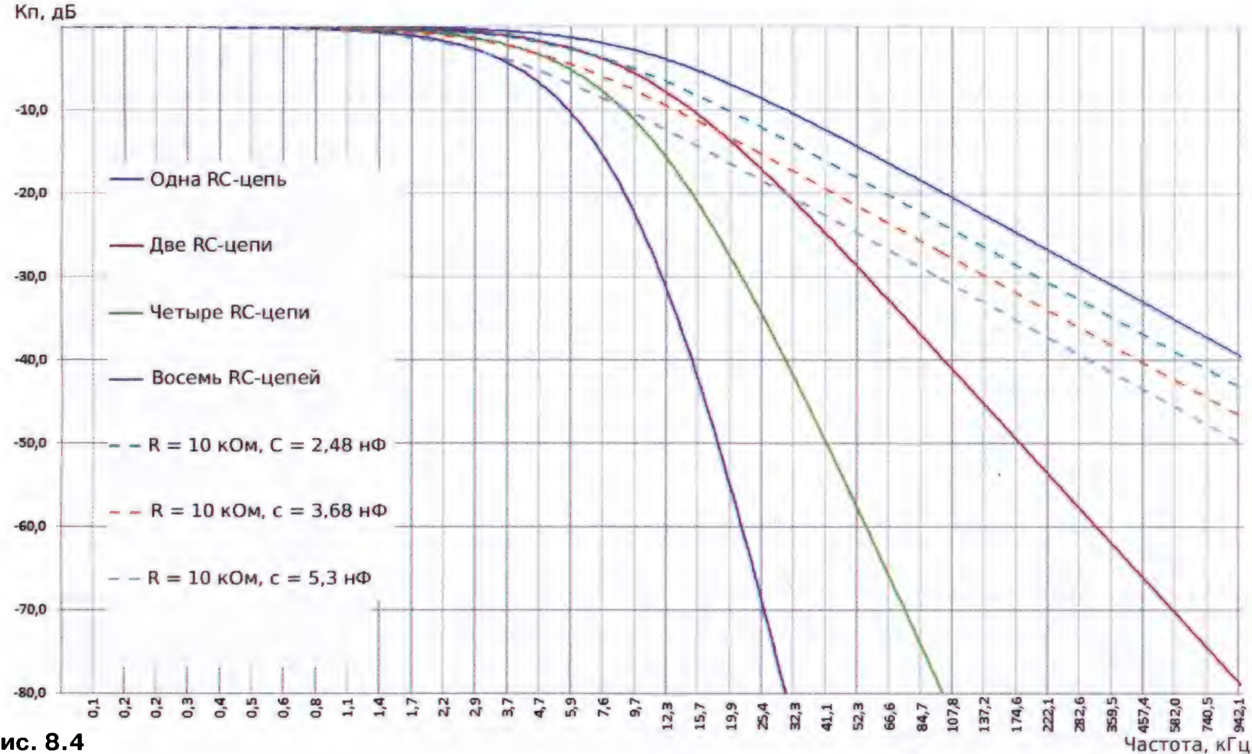


Рис. 8.4

Эти графики показывают, что начиная с частоты в два-три раза больше частоты среза, крутизна АЧХ практически постоянна. Простые ФНЧ, построенные на одном RC-звене (синяя и все штрихованные кривые), на частоте 457 кГц дают затухание 33...43 дБ. А цепь из двух ФНЧ с итоговой граничной частотой 6,4 кГц подавляет сигналы с той же частотой на 60 дБ.

Отсюда можно сделать вывод, что ФНЧ на одном RC-звене эффективен для случаев, когда частота помехи превышает частоту сигнала в несколько раз. Кроме того, надо быть очень аккуратным с налаживанием ФНЧ после детекторов, чтобы не обесценить результат налаживания полосовых фильтров в трактах ПЧ, где мы боролись за неравномерность АЧХ менее 1 дБ. Поэтому единственным инструментом сужения спектра сигнала в сложных условиях приёма должен быть регулятор тембра TREBLE на передней панели (в некоторых приёмниках — переключатель тембра).

Выравнивание уровней сигналов ЗЧ

В этой части приёмника придётся значительную часть элементов заменить. Чтобы было проще отслеживать выполнение работ, на схеме доработки (**рис. 8.5**) заменяемые элементы выделены зелёным цветом.

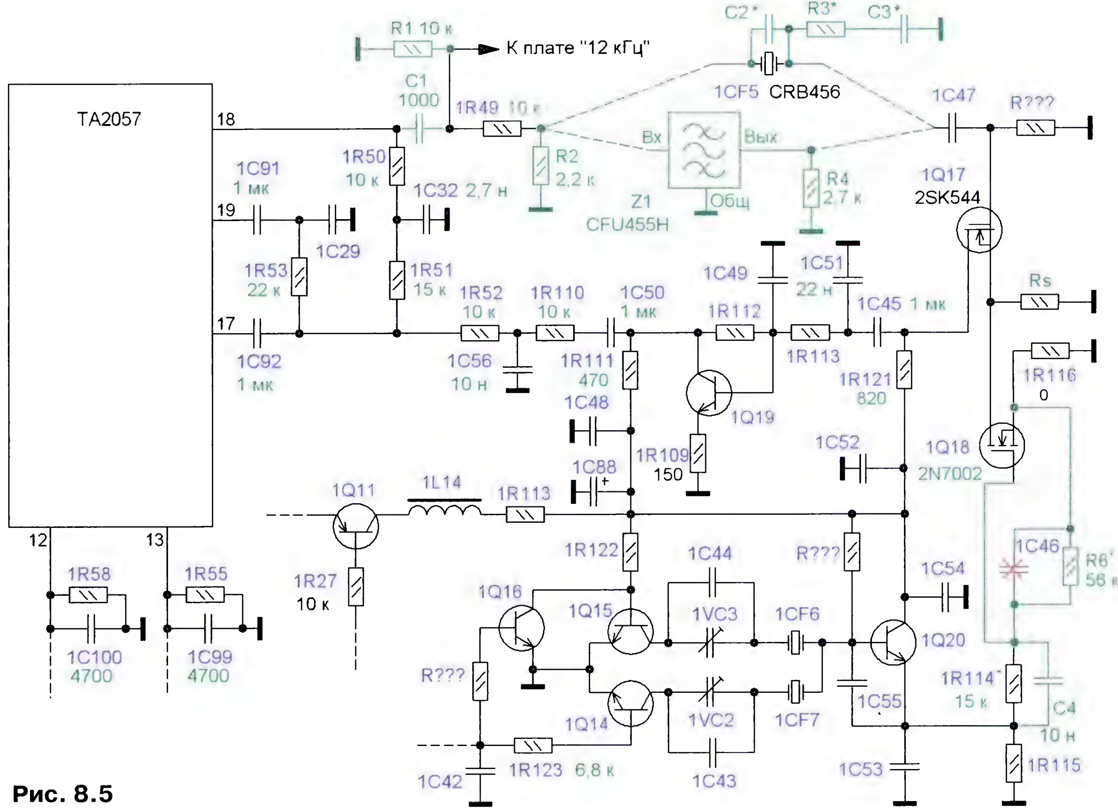


Рис. 8.5

ках на выводе 19 микросхемы присутствует напряжение сигнала размахом 500 мВ (при девиации частоты ±75 кГц и отсутствии нагрузки). Приёмник в режиме стерео настраивают на чистый приём мощной УКВ ЧМ-радиостанции. Выключив приёмник, удаляют резистор 1R53, а взамен него временно устанавливают подстроечный резистор сопротивлением 47...100 кОм. Включают приёмник и устанавливают этот резистор в положение, при котором наступает надёжное срабатывание стереодекодера — на табло появляется надпись STEREO. Для более слабых станций с хорошим качеством стереосигнала эта настройка не должна отличаться. По опыту это хорошо проверяется на станциях, передающих классическую музыку, так как они не занимаются "тюнингом" сигнала. Выпаивают подстроечный резистор и измеряют введённую часть сопротивления (например, 42 кОм) и устанавливают постоянный резистор на 50...30 % меньше измеренного значения (например, 22 кОм).

Конденсатор 1C29 выполняет две функции. Во-первых, подавление удвоенной частоты ПЧ (21,4 МГц), её гармоники могут создать помехи на частоте 107 МГц, во-вторых, подавление сигналов с частотами более 57 кГц (верхняя граница спектра комплексного

интервале от 0,7 до 3,2 В. Полярность напряжения на этом конденсаторе может быть любой. Поэтому заменим оксидный конденсатор 1C91 на керамический для поверхностного монтажа типоразмера 1206 и ёмкостью 1...2,2 мкФ или выводной оксидный неполярный. Это обеспечит нижнюю граничную частоту около 10 Гц.

Теперь пора заняться конденсаторами 1C99 и 1C100, установленными на выводах 12 и 13 микросхемы. Их основная задача — совместно с резисторами 1R55 и 1R58 образовать ФНЧ для коррекции стандартных предыскажений спектра сигналов ЗЧ в диапазоне УКВ. Постоянная времени этих фильтров должна быть 50 мкс, что соответствует верхней граничной частоте ФНЧ 3,1 кГц. Такая коррекция была принята как стандарт более 60 лет назад, чтобы подавить широкополосный шум всего аналогового канала передачи сигнала в области высоких ЗЧ. Поскольку выводы 12 и 13 являются токовыми (открытый коллектор транзистора структуры p-n-p) с током покоя 270 мкА и максимальным линейным сигналом ±200 мкА, для них требуется установка резисторов сопротивлением 4,7...5,1 кОм. В документации на микросхему TA2057 правильно указана ёмкость этих конденсаторов (10 нФ) для получения постоянной времени 50 мкс. Но это не обязательно правильное решение, если в других каскадах тракта ЗЧ приёмника присутствуют ещё и другие ФНЧ. Мы уже "почистили" тракт ЗЧ после микросхемы TA2057 от лишних ФНЧ, но остались детекторы. Если в диапазоне УКВ ёмкость конденсаторов 1C99 и 1C100 10 нФ обеспечи-

Громкость при приёме ЧМ-сигналов

Установку уровня громкости начнём с диапазона УКВ, так как для нормальной работы стереодекодера в микросхеме TA2057 требуется определённый уровень сигнала пилот-тона (поднесущая с частотой 19 кГц). В моих приёмни-

стереосигнала). С учётом внутренних и внешних сопротивлений частота среза получившего ФНЧ составляет около 120 кГц. Разделительный конденсатор на выводе 19 микросхемы должен быть неполярным, поскольку на этом выводе присутствует среднее постоянное выходное напряжение ЧМ-детектора в

вает нормальное качество звука (особенно в головных телефонах), то при приёме АМ-станций они заметно подавляют высокие частоты ЗЧ. Эти конденсаторы надо заменить на другие, ёмкостью 4,7 нФ, что обеспечит частоту среза ФНЧ около 6,6 кГц. "Лишние" высокие частоты в сигнале ЗЧ в диапазоне УКВ можно "убрать" регулятором тембра TREBLE. Встроенная динамическая головка не очень эффективно воспроизводит сигналы с частотой более 6 кГц, поэтому речь при приёме ЧМ или мощных АМ-сигналов звучит одинаково хорошо.

Громкость при приёме АМ-сигналов

После проведённой выше доработки громкость сигнала в канале ЧМ уменьшится примерно на 10 дБ, зато в канале АМ она будет излишней. На выводе 18 микросхемы TA2057 в режиме АМ размах сигнала ЗЧ составляет 300...600 мВ (без нагрузки). Кроме того, в зависимости от уровня принимаемого сигнала, постоянное напряжение меняется от 1,4 до 2,3 В, что вызывает необходимость заменить полярный оксидный конденсатор 1C92 на неполярный (как и замена конденсатора 1C91). У самого АМ-детектора есть встроенный ФНЧ, но его верхняя граничная частота более 15 кГц и здесь не влияет на результат. Выходное сопротивление АМ-детектора (вывод 18) — 5 кОм, поэтому любое изменение сопротивления нагрузки приводит к изменению напряжения сигнала ЗЧ. В моих приёмниках плата модуля 12 кГц отсутствует, а фильтр 1CF5 не даёт заметной нагрузки в диапазоне ЗЧ. Поэтому мы своими изменениями и создадим требуемую нагрузку. Резисторы 1R50 и 1R51 удаляют и взамен них временно припаивают подстроечный резистор сопротивлением 47...100 кОм. Этим резистором устанавливают громкость в режиме приёма АМ-сигналов, близкую к громкости в режиме ЧМ, и измеряют сопротивление введённой части подстроечного резистора. У меня получилось 24 кОм, поэтому были установлены резисторы 1R50 = 10 кОм и 1R51 = 15 кОм. Затем надо определить требуемую ёмкость конденсатора 1C32. Со стороны источника сигнала имеем сопротивление 5 кОм + 10 кОм = 15 кОм, а к выводу 17 — также сопротивление 15 кОм. По переменному току оба сопротивления включены параллельно, поэтому ёмкость конденсатора 1C32 можно определить по формуле

$$1C32 = \frac{1R50 + 5\,кОм + 1R51}{2\pi F_{гр}(1R50 + 5\,кОм)1R51}.$$

Расчёт ведём для частоты среза 6,5...8 кГц. Если оставить заводской конденсатор 1C32 = 10 нФ, частота среза была бы 2,4 кГц. В итоге был установлен конденсатор 1C32 = 2,7 нФ, что обеспечило частоту среза около 7,8 кГц.

Доработка SSB-детектора

При приёме SSB-сигналов явно не хватает громкости, а качество звука не вызывает восторга. Насколько SSB-детектор плох и может испортить налаженный в остальном хороший приёмник, вы поймёте потом, после его доработки. Громкость сигнала в режиме SSB увеличить за счёт уменьшения сопротивления резисторов 1R52 и 1R110 невозможно, так как их сопротивление и так невелико. В приёмниках S-2000, PL-600 и некоторых других SSB-детектор собран по схеме, используемой десятилетиями. Эта схема проверена — в моём ламповом приёмнике она была на триодах! Но здесь SSB-детектор не работает полноценно, потому что разработчики не сумели его адаптировать к современной элементной базе и низкому напряжению питания.

Детектор собран на транзисторах 1Q17 и 1Q18, и вопреки многим утверждениям в разных публикациях, он не является дифференциальным! Его можно с тем же успехом составить даже из совершенно разных транзисторов, главное — не уйти от принципа его действия. На транзисторе 1Q17 собран усилительный каскад по схеме с общим истоком и резистором ООС R_s = 470 Ом (у него нет маркировки на плате) в цепи истока. Этот усилитель деактивируется за счёт малого сопротивления канала транзистора 1Q18 (100...200 Ом) во время присутствия на его затворе положительной полуволны сигнала гетеродина. В результате получается однотактный синхронный усилитель ПЧ. Если частота сигнала ПЧ совпадает с частотой гетеродина, на стоке формируется постоянное напряжение, значение которого зависит от разницы фаз сигналов, а также импульсный сигнал на частоте гетеродина и кратных частотах. Высокочастотные составляющие подавляет ФНЧ, собранный на конденсаторах 1C51, 1C49 и резисторах 1R111, 1R113. Если частоты сигнала и гетеродина не совпадают, после ФНЧ получаем сигнал с разностной частотой, который услышим чистым синусом, если в усилителе на транзисторе 1Q17 нет искажений, т. е. усилительный режим налажен. Вся эта красивая идея на практике в моих приёмниках не была реализована.

Перед тем как принимать решение о проведении доработки, стоит разобраться в важных свойствах SSB-детектора. Любой SSB-детектор — это смеситель или перемножитель сигналов. Он является нелинейным устройством в том смысле, что формы сигналов на его входах и выходе разные. Но это вовсе не означает, что выходной и входные сигналы не должны быть пропорциональны друг другу и что можно отказаться от правил построения линейных усилителей. Сигналы ПЧ и ЗЧ должны отличаться лишь частотой и масштабом по амплитуде, но не более того. Что касается сигнала гетеродина, в зависимости от типа смесителя его форма может быть как прямоугольной, так и чисто синусоидальной. Последний вариант, на первый взгляд, может быть более предпочтительным и якобы обеспечит более чистый спектр выходного сигнала смесителя. Но в реальных полупроводниковых приборах такой режим реализуем только для односигнального случая, для которого и были разработаны специализированные микросхемы перемножителей сигналов (например, 174МА1, 525ПСх). А в наших приёмниках происходит взаимодействие между одновременно присутствующими сигналами. Дело в том, что каждый сигнал по-своему перемещает рабочую точку смесителя, и это меняет влияние сигнала гетеродина на другие сигналы, в результате возникают интермодуляционные искажения и на выходе появятся дополнительные линии в спектре. Выход из этого положения — работа линейного усилителя детектора в ключевом режиме с очень короткими переходами между двумя состояниями с разным усилением. Это достигается либо большой амплитудой синусоидального сигнала гетеродина (при этом возникают другие проблемы), либо формирователем прямоугольных импульсов со сравнительно небольшой амплитудой. Подобные смесители позволяют работать с большими сигналами ПЧ, но ужесточаются требования к фильтрам до смесителя, должны полностью отсутствовать гармоники входных сигналов. В налаженном тракте ПЧ (с АРУ) проблем с гармониками не должно быть, и SSB-детектор можно спокойно наладить в жёстком ключевом режиме, получив в полной мере все выгоды метода. Такой детектор требует хорошей экранировки, чтобы гармоники гетеродина не попали на антенный вход, но в S-2000 с этим всё в порядке.

Работа SSB-детектора в составе налаженного супергетеродинного приёмника (в приёмнике прямого преобразования ситуация совсем иная) во многом отличается от смесителей перед трактом ПЧ. Самое главное отличие — SSB-детектор работает при больших уровнях сигналов, на что обычные ВЧ-смесители не рассчитаны. Зато не требуется высокой чувствительности, и динамический диапазон сигналов с системой АРУ не превышает 20 дБ, плюс ещё 30 дБ самого SSB-сигнала. Если на прилавках имеется большой выбор разных готовых решений для ВЧ-смесителей, то очень мало готовых микросхем для применения в качестве SSB-детектора. Поэтому разработчикам приходится доводить до ума схему выбранного ВЧ-смесителя путём некоторых доработок, и при этом легко сделать существенные ошибки. SSB-детекторы на диодах или КМОП-ключах (серии 4066, 590КН8, SD5000, LVC3157 и пр.) требуют для достижения их высокой линейности широкополосное резистивное согласование, что чаще всего портит конденсатор, установленный на выходе. Это равносильно тому, что нагружать предыдущий ВЧ-каскад этим конденсатором. Если последовательно с конденсатором установить резистор сопротивлением 50...500 Ом, это устранит многие недостатки. Для микросхем NE612, NE602 максимальный размах входного сигнала ПЧ — 20 мВ, поэтому их подключают к выходу ПЧ через аттенюатор, нередко до 40 дБ! А так как их усиление, а также последующего УЗЧ в большинстве относительно большое, в результате шумовые свойства приёмника в целом могут определяться не входным каскадом, а таким SSB-детектором. Поэтому один из предпочтительных вариантов для SSB-детектора — комбинация из линейного усилителя с малым усилением, который

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

включается и выключается сигналом гетеродина.

Ещё одна ошибка при разработке SSB-детектора — недостаточное подавление высокочастотных составляющих на входе последующего УЗЧ. Эти составляющие в однотактных детекторах (как наш) имеют амплитуду, не меньшую, чем полезный сигнал ЗЧ. Если их не подавить, они могут вызвать в УЗЧ повторное детектирование и спектр ЗЧ заполнится "кривыми" тонами и резко упадёт разборчивость речевых сигналов. ВЧ-составляющие в сумме с полезным сигналом ЗЧ не должны выводить УЗЧ из линейного режима. Желательно, чтобы амплитуда сигналов ПЧ не превышала 1 мВ на входе УЗЧ на биполярных транзисторах. Поэтому на его входе требуется ФНЧ из двух и более RC-звеньев. В преобразователях с выходной ПЧ 12 кГц (DRM, SDR) эффективное подавление сигнала второй ПЧ (455 кГц) на выходе немаловажно для корректной работы АЦП, поэтому однотактный SSB-детектор для этого не уместен.

С хорошим намерением иногда после детектора устанавливают качественный ФНЧ на LC-элементах. Если в приёмнике прямого преобразования это даёт существенный эффект, то в супергетеродинном приёмнике это малоэффективно. Лучше вместо этого установить полосовой фильтр на входе налаженного SSB-детектора (об этом сказано в предыдущем разделе статьи).

ботки, на вход SSB-детектора (транзистор 1Q17) поступит сигнал размахом 300...600 мВ. После дополнительного налаживания это будет не более 150 мВ, а если установить фильтр PFWCC450 (LTUM450/455-I) — станет около 100 мВ.

Заводская путаница

Чтобы не гоняться за призраками, исправим производственную ошибку (в моих приёмниках выпуска 2008 г. и 2011 г. это точно имеет место). На выходе SSB-детектора перепутаны местами два конденсатора — 1С50 и 1С56 (**рис. 8.6**). Сначала удалим разделительный конденсатор, установленный на месте 1С50 (его легче выпаять), ёмкость которого — 47 нФ, и, по идее, он должен был быть фильтрующим. А на месте 1С56 "найдём" конденсатор ёмкостью 1 мкФ, по замыслу раздели-

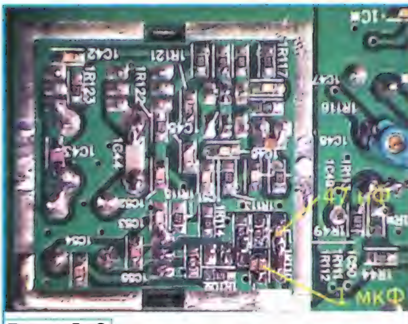


Рис. 8.6

Режим работы усилителя на транзисторе 1Q17

От линейности работы этого усилителя зависят качество SSB-детектора и разборчивость речевых сигналов. Обратимся к ВАХ транзисторов 2SK544 (**рис. 8.8**) из приёмников TECSUN, все из подгруппы с начальным током стока 1 мА (красная кривая), и увидим, что с резистором сопротивлением 470 Ом в цепи истока этот транзистор находится близко к режиму отсечки, где речи о линейности не может быть. В этом случае крутизна (и усиление) сильно зависит от мгновенного значения напряжения сигнала — хуже не придумать.

Налаживание усилителя начинают с удаления транзистора 1Q18 (**рис. 8.9**). Делать это надо очень аккуратно — транзистор хороший и может пригодиться для ремонта или других проектов. После этого измеряют напряжение на истоке транзистора 1Q17. В моём приёмнике оно было 0,15...0,2 В, что соответствует току стока 0,32...0,42 мА. В этом случае крутизна передаточной характеристики транзистора 1Q17 — 3...4 мА/В, а на его стоке напряжение — около 2,7 В. В заводском варианте под действием транзистора 1Q18 (сопротивление открытого канала 200 Ом) среднее напряжение на стоке было примерно 1,8 В, а на истоке — 0,5 В. Из ВАХ транзистора 2SK544 видим, что при напряжении сток—исток $U_{СИ} < 2$ В все его усилительные свойства резко деградируют. Наш детектор работал

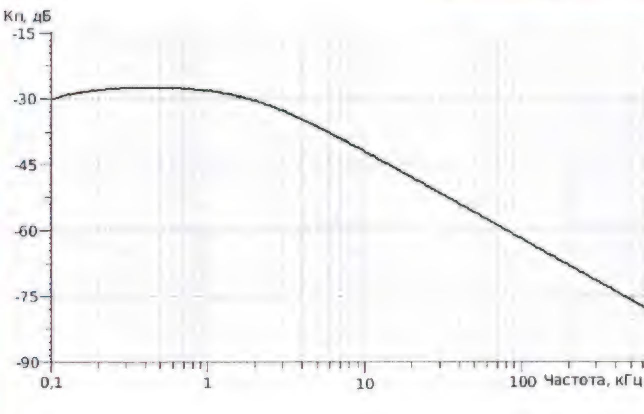


Рис. 8.7

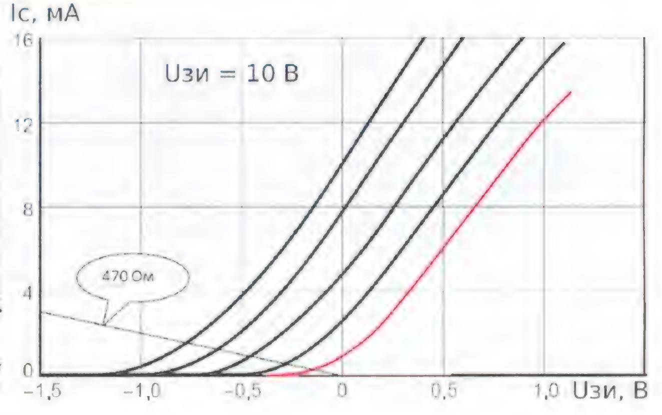


Рис. 8.8

Комплексные неполадки SSB-детектора в S-2000 требуют определённой последовательности их исправления. Система АРУ и пьезофильтры в УПЧ должны быть уже налажены.

Режим выхода ПЧ

В режиме выхода ПЧ (IF-OUT включается постоянным напряжением 1,45...1,95 В на выводе 2 TA2057) на выводе 18 присутствуют постоянное напряжение 1,4 В и сигнал ПЧ, размах которого без нагрузки и при работающей системе АРУ доходит до 1,2 В. После проведённой доработки в тракте АМ сопротивление нагрузки на частоте 455 кГц стало около 3,3 кОм и возможный размах сигнала ПЧ уменьшился до 800 мВ. Если мы оставим заводской фильтр CRB456 без дора-

тельный, и его переустановим на место 1С50.

Но и для конденсатора фильтра 1С56 ёмкость 47 нФ слишком велика, поскольку в этом случае частота среза результирующего ФНЧ получается не более 4 кГц. Но с этой проблемой будем разбираться чуть позднее. После такой замены включаем приёмник — громкость заметно возросла, и стали заметны искажения при приёме мощных SSB-сигналов. С заводской ошибкой получился ёмкостный делитель напряжения с коэффициентом передачи около –27 дБ, а после её исправления коэффициент передачи вырос до –8 дБ! АЧХ цепи с ошибкой случайно оказалась равномерной в диапазоне 0,1...2 кГц (**рис. 8.7**). Именно поэтому при производстве указанная ошибка осталась незамеченной.

при $U_{СИ} < 1{,}5$ В, а это ещё ближе к отсечке! В этом и состоит главный просчёт разработчика.

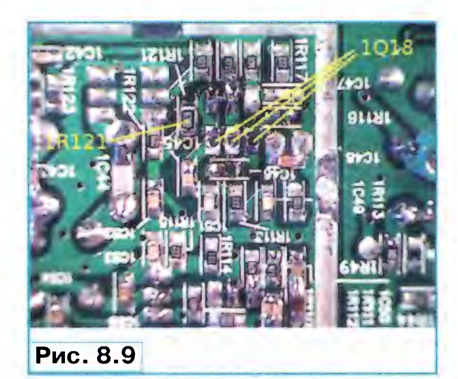


Рис. 8.9

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18

Для проверки линейности усилителя на транзисторе 1Q17 на его затвор подают тестовый сигнал (лучше треугольной формы) с частотой 1 кГц и размахом от 10 до 500 мВ. Предварительно надо убрать шум с выхода микросхемы TA2057. Для этого временно устанавливают резистор сопротивлением 1...2,7 МОм между выводами 7 и 6 (+4 В) — усиление УПЧ уменьшится практически до нуля. С помощью осциллографа контролируют сигнал на истоке. На стоке это делать нежелательно, поскольку конденсатор 1C51 заметно искажает пики треугольного сигнала. Сигнал на истоке заметно (на 30 %) меньше, чем на затворе, не переживайте, транзистор исправен. Это обусловлено принципом работы полевого транзистора и не влияет на оценку его линейности. Заметим, что при размахе 20...30 мВ на затворе на истоке уже возникает ограничение нижних пиков сигнала. И это при сигнале на порядок меньше, чем при реальной работе SSB-детектора! Вот в чём причина "зажатого" звука. "Нехватка" динамического диапазона составляет не менее 26 дБ — это второй грубый просчёт разработчика.

Для перевода усилителя на транзисторе 1Q17 в более линейный режим для начала удаляют элементы, соединённые с транзистором 1Q18, — резистор 1R121 удаляют и на его место устанавливают аналогичный сопротивлением 820 Ом. Временно параллельно резистору R_S устанавливают выводной сопротивлением 27...39 Ом и повторяют измерения. Рабочая точка транзистора сдвинулась: $U_{ЗИ}$ = −50 мВ и $U_{СИ}$ > 2 В, там крутизна возрастает до S = 6...8 мА/В и сопротивление канала ($R_к$ ≈ 1/S) уменьшается до 150 Ом. На истоке увидим сигнал, примерно в шесть раз меньший (30...60 мВ), чем на входе. Но зато на затвор можно подавать сигнал размахом 200...400 мВ — это уже стыкуется с уровнем сигнала на выходе УПЧ! Уменьшение сопротивления резистора R_S до нуля существенно не изменит допустимый уровень входного сигнала. Следует простой вывод: для перевода транзистора 1Q17 в линейный режим с допустимым входным сигналом размахом 200...400 мВ достаточно соединить с общим проводом его исток. Установить рабочую точку в максимуме крутизны (резистор 820 кОм от затвора к +4 В) было бы идеально для линейности, но тогда ток стока существенно возрастёт и при низком напряжении питания в цепи стока необходимо установить сопротивление около 150 Ом. Это приведёт к уменьшению усиления и в данном случае при напряжении питания 4 В не рекомендуется.

Настройка АЧХ тракта SSB

Для проведения настройки АЧХ тракта SSB используем методику измерения, которая была описана в предыдущих частях статьи. Сигнал на вход Y осциллографа снимаем с истока транзистора 1Q17 (транзистор 1Q18 удалён, R_S = 27...33 Ом временно). При этом надо убедиться в том, чтобы отсутствовало ограничение сигнала на выводе 18 микросхемы TA2057 и на истоке транзистора 1Q17. Но сначала надо доработать схему распределения сигналов с вывода 18 микросхемы TA2057. Чтобы разделить тракты ЗЧ и ПЧ, устанавливают конденсатор C1 (**рис. 8.10**), который с окружающими резисторами образует ФВЧ с частотой среза 30 кГц.



Рис. 8.10

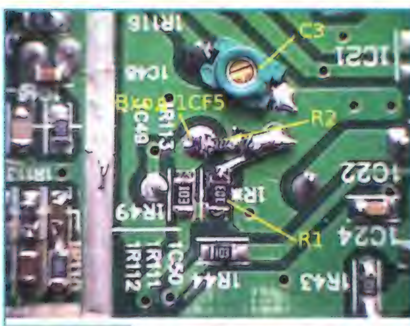
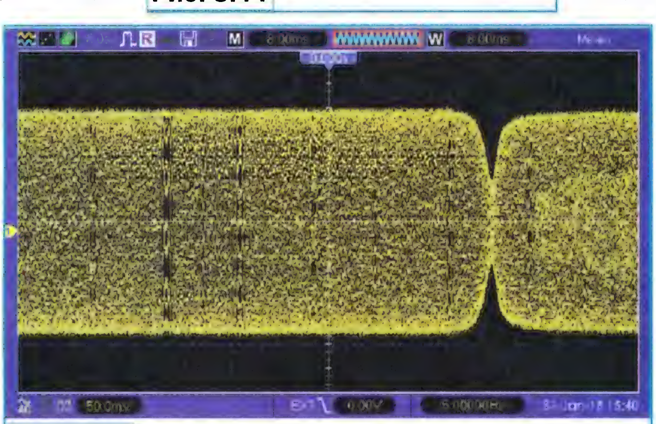
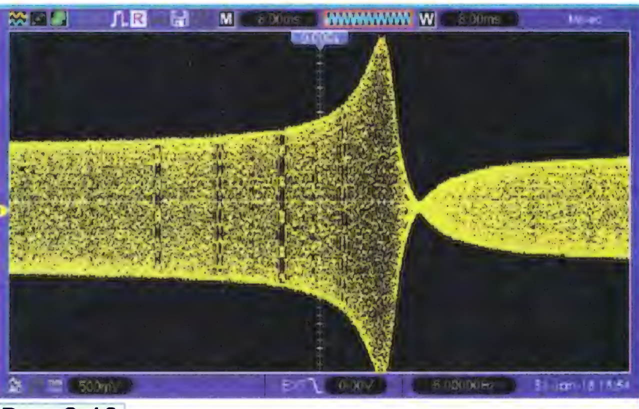


Рис. 8.11


Рис. 8.12


Рис. 8.13

Затем заменяют резистор 1R49 и устанавливают резисторы R2 и R1 (**рис. 8.11**). Резистор R1 — это "запасная" нагрузка, если позже установим модуль на ПЧ 12 кГц, этот резистор удалим. В итоге для фильтра 1CF5 формируется согласующее сопротивление 2,1 кОм, что позволит поставить любой нам понравившийся пьезофильтр. Одновременно получим обратное затухание около 12 дБ от фильтра к выводу 18, чтобы неравномерное отражение сигнала от входа фильтра не повлияло на АЧХ на выходе сигнала на плату "12 кГц". Амплитуда сигнала на резисторе R2 (без фильтра 1CF5) составляет примерно 200 мВ, что сочетается с налаженным усилителем на транзисторе 1Q17.

Пока у нас заводской SSB-детектор будет работать как "испытательный" усилитель (R_S = 33 Ом), мы проведём налаживание загадочного фильтра 1CF5 (CRB455 или 456). Его можно настроить по-разному и скомпенсировать с его помощью некоторые недостатки узкополосного пьезофильтра (Z13) перед вторым УПЧ. Но это не должно быть поводом отказаться от тщательного налаживания самого фильтра Z13. В заводской схеме не предусмотрены элементы настройки АЧХ фильтра 1CF5, поэтому придётся их ввести — это резистор R3 и конденсаторы C2 и C3. Выбор подходящего варианта настройки оставим за вами, поэтому здесь только объясним влияние этих элементов.

Фильтр 1CF5 (CRB455), по сути, представляет собой резонатор, имеющий два резонанса — последовательный и параллельный, разнесённые по частоте на 5...15 кГц. На нижнем (последовательном) резонансе его сопротивление активное — 30...100 Ом, на верхнем (параллельном) также активное — несколько сот килоом. Всю АЧХ резонатора можно с помощью двух конденсаторов сдвинуть на несколько килогерц. В заводской схеме этот фильтр обеспечивает узкий провал АЧХ (не более 20 дБ) на частоте параллельного резонанса (**рис. 8.12**). Центральная частота — 456 кГц, масштаб по горизонтали — 1 кГц/дел. "Выброс" АЧХ на частоте последовательного резонанса практически незаметен, так как сопротивление нагрузки на несколько порядков превышает резонансное сопротивление. Такой фильтр вообще бесполезен, поскольку провал в

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

АЧХ лежит на 5 кГц выше частоты второй ПЧ, где и так уже сигналы подавлены. Фильтр 1CF5 можно было бы заменить конденсатором. Для подобного фильтра необходимо сопротивление источника сигнала не более 10 кОм, а на выходе нужна высокоомная нагрузка — не менее 100 кОм. Так как АЧХ фильтра сильно зависит от реактивной составляющей этих сопротивлений, налаживание проведём с помощью усилителя на транзисторе 1Q17! Даже очень качественные щупы от осциллографа существенно повлияют на АЧХ при прямом подключении к выходу фильтра.

Посмотрите на недостатки узкополосного пьезофильтра в своём приёмнике и выбирайте подходящий вариант доработки из тех, которые представлены далее. Корректировку АЧХ проводят с помощью подключения к фильтру 1CF5 элементов C2, C3 и R3 по мере необходимости. Если узкополосный фильтр оказался в норме, предлагаю настроить вариант получения узкого провала на частоте на 1...2 кГц выше частоты телеграфного гетеродина для USB.

Сдвиг провала вниз по частоте можно получить, установив конденсатор C2 ёмкостью до 300 пФ. Но начнём с меньшей ёмкости и оценим эффект. Установив конденсатор C2 = 33 пФ, получим частоту параллельного резонанса (провал) 459 кГц (**рис. 8.13**). Установка конденсатора C3 = 22 пФ (R3 = 0) создаёт ещё один пик на частоте 458 кГц. Это улучшит крутизну высокочастотного ската суммарной АЧХ.

Установка резистора R3 сопротивлением 10 кОм уберёт острый пик (**рис. 8.14**). Изменяя сопротивление этого резистора, можно добиться появления пика на частоте 457,5 кГц и регулировать наклон АЧХ на частотах 454...458 кГц. На **рис. 8.15** показана АЧХ при установке конденсатора C2 = 22 пФ. Провал сдвинулся вверх. Установив подстроечный конденсатор C3 с максимальной ёмкостью 30 пФ и подстроечный резистор R3, можно плавно корректировать положение пика в АЧХ. Изображение голубого цвета — сигнал на входе фильтра. Хорошо видно трансформирующее действие фильтра — на пике амплитуда сигнала в два раза больше, чем на входе.

Если конденсатор C2 удалить, подборкой конденсатора C3 и резистора на выходе фильтра получаем "горку" с плоской вершиной (**рис. 8.16**) — этим можно скорректировать небольшой провал (1...3 дБ) в центре АЧХ узкополосного пьезофильтра. Для C2 = 240 пФ и C3 = 47 пФ АЧХ фильтра показана на **рис. 8.17**. Провал (451 кГц) в АЧХ получился ниже полосы пропускания узкополосного фильтра (Z13). Но в этом случае затухание в полосе пропускания достигает значения 4 дБ. Проведённые исследования показали, что в заводском варианте фильтр 1CF5 годится только для небольшой коррекции сквозной АЧХ в тракте SSB и основная задача подобного фильтра (улучшить приём на фоне шума и подавить гармоники) не выполняется.

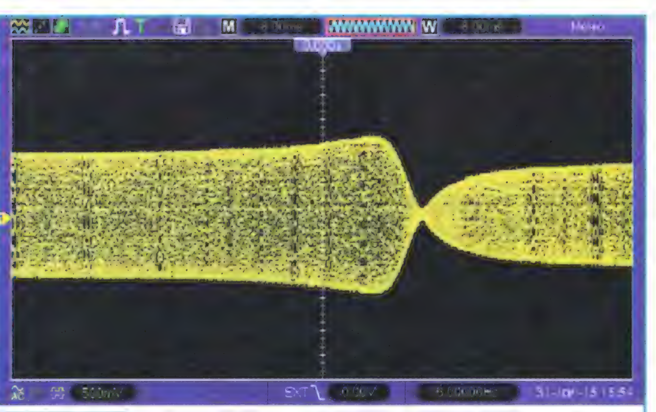


Рис. 8.14

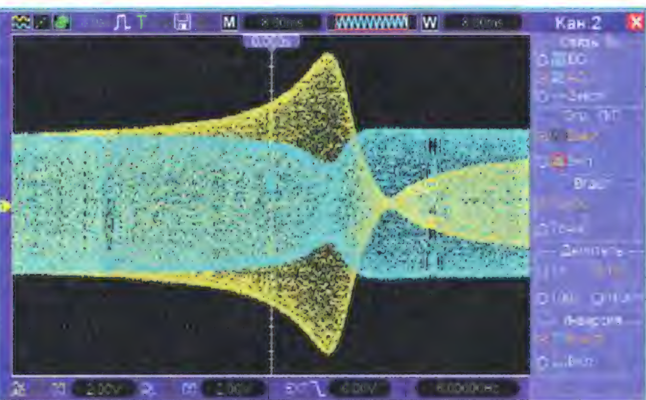


Рис. 8.15

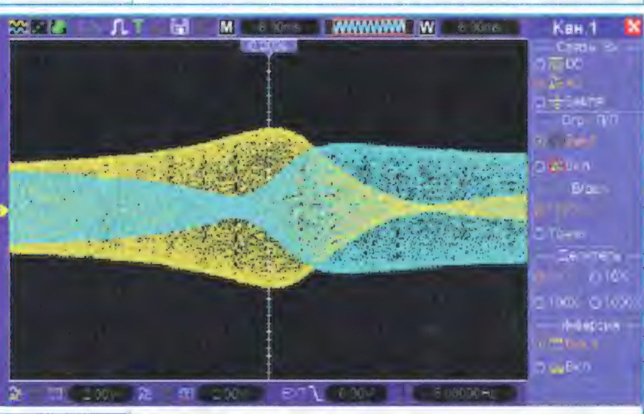


Рис. 8.16

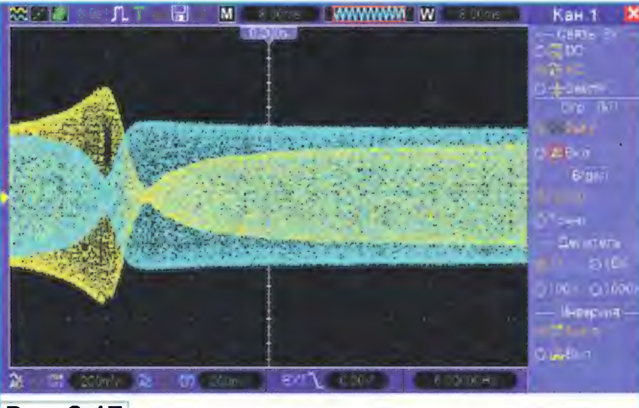


Рис. 8.17

Замена фильтра CRB456

Если планируется переход на частоту второй ПЧ 450 кГц, я рекомендую заменить фильтр CRB455 на PFWCC450 или отобранный LTM450IU. Подойдёт также подобранный фильтр LTD450-11 (**рис. 8.18**). Разброс параметров у этого фильтра большой, найдутся даже с полосой пропускания 2 кГц. Нужные сопротивления согласования для входа фильтра мы уже создали, установив резисторы 1R49 и R2. Дополнительно на выходе таких фильтров надо установить резистор сопротивлением 1,5...2,7 кОм. Можно, конечно, применить для фильтров серии CFU полный арсенал корректировок из предыдущей части статьи, включая даже обратное подключение, место для этого хватит. На частоту 455 кГц на сегодняшний день нет доступных вариантов в магазинах, но даже фильтры CFU455I или -H с полосой пропускания 6 кГц будут намного лучше, чем заводской CRB456. Попавшаяся мне партия фильтров LTUC455H (SMD) не оправдала ожиданий — слишком большая полоса пропускания (9 кГц). Можно рекомендовать фильтры KYOCERA 455-4. 80 % из партии, приобретённой мной в январе 2015 г., имеют ровную АЧХ и ширину полосы пропускания 5...6 кГц. И последний шаг — определяем центральную частоту сквозной АЧХ всех фильтров, записываем и храним для проведения дальнейших работ.

Телеграфный гетеродин

В отличие от других приёмников этого семейства, в S-2000 гетеродин SSB-детектора (BFO — beat frequency oscillator, генератор биения) или, как его часто назы-

вают, телеграфный гетеродин вообще не перестраивается несмотря на надпись "BFO" на панели. Он просто переключается с одной частоты (453 кГц) на другую (457 кГц). При этом на заводе реальная АЧХ пьезофильтров не учитывалась. Видимо, при производстве по умолчанию полагали, что центральная частота узкополосного пьезофильтра — 455 кГц, а полоса пропускания — 4 кГц. Эта настройка частоты BFO на ±2 кГц от реальной центральной частоты принципиальна и очень важна в приёмнике S-2000, поскольку контроллер в режиме приёма SSB смещает частоту первого гетеродина на −2 кГц для LSB и +2 кГц для USB, и тогда частота на табло соответствует нулевым биениям. Но так как в реальном приёмнике центральная частота узкополосного пьезофильтра может отличаться от номинала, придётся откорректировать частоту BFO на значение фактического отклонения. Важно при этом соблюдать строго указанную разницу в 4 кГц между частотами несмотря на разную крутизну склонов АЧХ.



Рис. 8.18

Если, например, в результате измерений получены данные сквозной АЧХ: $F_н$ = 452,9 кГц, $F_в$ = 457,3 кГц (лучше измерять по уровню −6 дБ), приёмник имеет полосу пропускания 4,4 кГц и центральную частоту 455,1 кГц. Поэтому BFO надо настроить на частоты 453,1 и 457,1 кГц. Это можно считать "мелочью", но асимметрия в 100 Гц ощущается как разная окраска тембра шума. Частотомер подключают к эмиттеру транзистора 1Q20 через последовательную RC-цепь (10 кОм, 1 нФ). Кто решился на переделку второй ПЧ на 450 кГц, должен переставить заводской резонатор 453 кГц на позицию резонатора 457 кГц и поставить новый резонатор 450 (449) кГц на старую позицию резонатора 453 кГц. Не рекомендую "тянуть" заводские резонаторы на 5 кГц вниз (хотя это и удаётся), так как от этого резко падает амплитуда на выходе генератора, а она нам ещё потребуется. Размах сигнала BFO должен быть 1,5...2 В. После пайки резонаторов их частота возвращается на своё значение в течение нескольких часов, за неделю ещё на 100 Гц "доходит" до конечного значения. Для удобства измерения частоты я просверлил отверстие диаметром 3 мм в экране над местом пайки резонатора со стороны базы транзистора 1Q20. Если ёмкости конденсаторов 1VC2 и 1VC3 будет недостаточно, конденсаторы 1C43 и 1C44 можно заменить другими, ёмкостью до 82 пФ. Следует учесть, что при суммарной ёмкости установленных последовательно с резонаторами 1CF6 и 1CF7 конденсаторов менее 15 пФ гетеродин может не запускаться.

Доработка SSB-детектора

Ключевым, в прямом смысле, элементом SSB-детектора является транзистор 1Q18 — теперь это 2N7002. Можно установить и 2N7000, но тогда придётся "воевать" с расположенным рядом конденсатором 1C88 больших размеров. В отличие от заводской схемы, где выход усилителя на транзисторе 1Q17 закорачивается, в нашей схеме наоборот, в активной фазе его работы ещё увеличим его усиление. Этот способ заключается в том, чтобы в ритме сигнала BFO соединять исток транзистора 1Q17 с общим проводом. Увеличение сопротивления резистора R_S до 2,2 кОм улучшит линейность SSB-детектора, так как это в "пассивной" фазе уменьшит усиление другой полуволны и влияние искажений на общий результат.

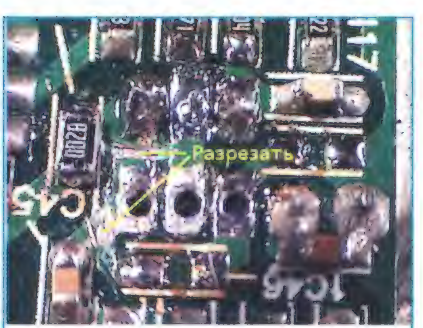
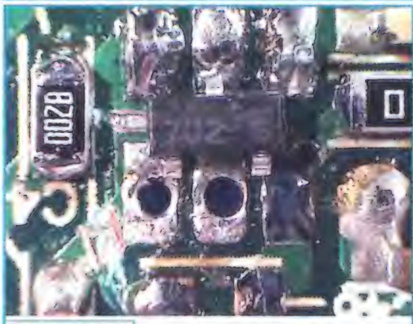
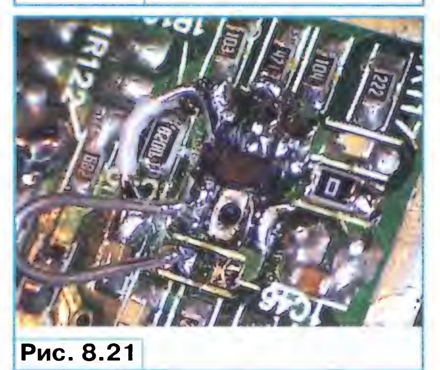


Рис. 8.19


Рис. 8.20


Рис. 8.21

До установки нового транзистора 1Q18 нужно подготовить плату, разрезав печатный проводник в двух местах (**рис. 8.19**). На место резистора 1R116 устанавливают SMD-перемычку и затем аккуратно размещают транзистор 2N7002 (**рис. 8.20**). Изолированным проводом соединяют конденсатор 1C45 со стоком транзистора 1Q17 и устанавливают временную перемычку между резистором 1R114 и затвором 1Q18 от позиции удалённого конденсатора 1C46 (**рис. 8.21**).

Транзистор 2N7002 имеет малые собственные ёмкости и сопротивление открытого канала не более 2 Ом, поэтому он хорошо заземляет исток транзистора 1Q17. Пороговое напряжение транзистора 2N7002 — 1,2...1,5 В (при токе стока несколько десятков микроампер), эта область называется sub-threshold area. В нашем случае в открытом состоянии ток стока должен быть не менее 1 мА. Чтобы проверить пригодность имеющегося экземпляра транзистора, его сток временно соединяют с затвором (например, с помощью пинцета, как на **рис. 8.22**) и прозванивают с помощью цифрового мультиметра в режиме проверки диодов (p-n переходов). На сток подают плюс тестового напряжения, на исток — минус. Значение тестового тока обычно составляет 0,1...1 мА, и на индикаторе мультиметра должно быть напряжение 2...2,5 В.


Рис. 8.22

Сигнал BFO снимается с эмиттера транзистора 1Q20 (см. рис. 8.5). Постоянное напряжение на нём измеряют мультиметром, подключив щуп к эмиттеру через резистор сопротивлением 10...50 кОм (в моём приёмнике было 2,6 В). С учётом сигнала гетеродина мгновенное напряжение на эмиттере изменяется от +2 до +3,5 В. Большинство транзисторов 2N7002 при напряжении на затворе +2 В закрываются не полностью. Поэтому потребуется подобрать резистивный делитель. Используя площадки удалённого конденсатора 1C46, устанавливают резистор R5 (4), рекомендуемое сопротивление — 56...68 кОм (**рис. 8.23**). Не забудьте соединить его с затвором транзистора 1Q18 отрезком провода 3 длиной 2...3 мм. Резистор 1R114 удаляют и на его место устанавливают конденсатор C4 (1), а параллельно ему — сначала на коротких проводах подстроечный резистор сопротивлением 47...100 кОм, который затем заменяют постоянным резистором 2 (в моём приёмнике 13 кОм).

Подстроечным резистором добиваются симметричного меандра амплитудой до 0,4 В на истоке транзистора 1Q17 — это признак равномерного по времени нахождения транзистора 1Q17

РАДИО® РАДИОПРИЁМ
тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015

в двух разных устойчивых режимах усиления, без плавного перехода.

Проверяют SSB-детектор на реальных сигналах с действующей АРУ (лучше настроить приёмник на мощную АМ-станцию, но в режиме SSB со смещением на 1 кГц) и наблюдают сигнал ЗЧ (в основном сигнал биений с частотой 1 кГц) на стоке транзистора 1Q17. Мгновенное значение напряжения сток—исток никогда не должно опускаться ниже 2 В (нарушение усилительного режима), если потребуется, уменьшают сопротивление резистора 1R121.

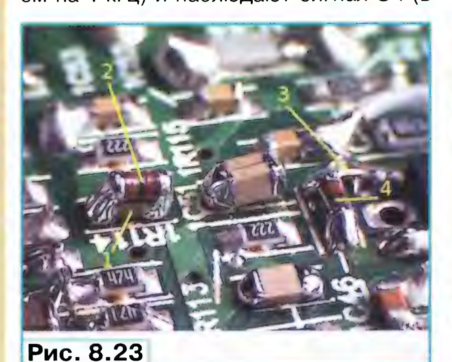


Рис. 8.23

Предварительный УЗЧ и его АЧХ

После доработки SSB-детектора его выходной сигнал ЗЧ существенно возрос, так как мы устранили ограничения по размаху сигнала. Поэтому потребуется проверить работу предварительного УЗЧ на транзисторе 1Q19, а потом уже скорректировать его АЧХ. Измеряют напряжение на резисторе 1R109 (82 Ом), в моём приёмнике было +0,12 В, что соответствует току коллектора 1,5 мА.

Этот усилитель ($K_у \approx 4{,}5$) может без заметных искажений усилить входной сигнал размахом до 150 мВ. Сначала в режиме SSB при приёме мощных АМ-радиостанций следует убедиться, что сигнал на коллекторе транзистора 1Q19 не доходит до отсечки с запасом 30 %.

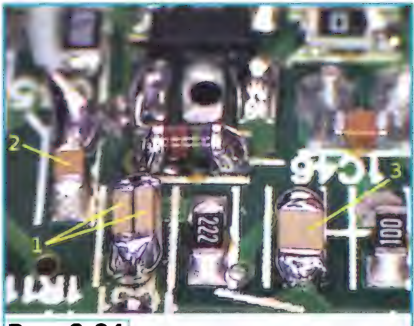


Рис. 8.24

Устранить искажения можно увеличением сопротивления резистора 1R109, в моих приёмниках я увеличил его до 150 Ом.

Задача ФНЧ на входе этого УЗЧ — подавление сигналов с частотой ПЧ на 50 дБ и более. Поэтому здесь выбираем частоту среза ФНЧ 6...10 кГц, и сквозная АЧХ приёмника до 4 кГц практически не изменится. Для 1R121 = 820 Ом (**рис. 8.24**) установим конденсатор 1 (1C51 = 20 нФ — два конденсатора по 10 нФ) и оставим 1C49 = 10 нФ (3). Проблема может возникнуть с конденсатором 1C45 (2), у меня в приёмниках они были разные, и 0,1 мкФ, и 1 мкФ. Я рекомендую поставить 1 мкФ (но не менее 0,22 мкФ) — керамический для поверхностного монтажа типоразмера 0805, что обеспечит нижнюю граничную частоту 50...200 Гц.

Громкость в режиме SSB

В заключение установим громкость сигнала в режиме SSB-wide. Эту операцию проводят не на радиолюбительских диапазонах (!), а настроив приёмник по нулевым биениям на мощную АМ-станцию с "прозрачной" модуляцией. В моих двух приёмниках хороший компромисс получился при 1R52 = 1R110 = 10 кОм. Только после этого определяют ёмкость фильтрующего конденсатора 1C56. Я выбрал 10 нФ, так как в сочетании с резисторами 1R52 и 1R110 получается ФНЧ с частотой среза около 4,6 кГц. В результате с учётом других ФНЧ получим частоту среза 4 кГц для всего приёмника в режиме SSB. С такой настройкой не только радиолюбительские сигналы радуют, но ещё и АМ-радиостанции можно принимать в режиме SSB с хорошим качеством.

Тракт второй ПЧ теперь работает почти идеально, но его настройку пришлось делать на "кривой" частоте пьезофильтров. Необходимо привязать её к ровной частотной сетке, общепринятой в эфире. Этими настройками займёмся в следующей части статьи. Потребуется откалиброванный частотомер с максимальной рабочей частотой не менее 99 МГц, погрешностью не более 10 Гц и чувствительностью не менее 200 мВ.

***От редакции**. Справочные данные некоторых упомянутых в статье радиоэлементов находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/s2000-8.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Продолжение следует)

Вольтметр среднеквадратичных значений — приставка к мультиметру

С. ГЛИБИН, г. Москва

Приставка расширяет возможности цифровых мультиметров серии 83х, она позволяет измерять среднеквадратичные значения переменного напряжения различной формы, а с дополнительным шунтом — и тока. Питается приставка от внутреннего стабилизатора АЦП мультиметра, не требует налаживания, проста в повторении и обеспечивает высокую точность измерений.

Об измерении среднеквадратичных (другие названия — действующее, эффективное, а в английской аббревиатуре — RMS) значений напряжения и тока в радиотехнической литературе разговор шёл не раз, в том числе и на страницах журнала "Радио" [1]. Поэтому для тех радиолюбителей, у кого такой измерительный прибор отсутствует и нет возможности его приобрести, может представлять интерес сделать его самостоятельно для домашней лаборатории. Задача упрощается, если выполнить подобный прибор на основе специализированной микросхемы AD736 в виде приставки к цифровому мультиметру с питанием от его внутреннего стабилизатора. Схема такой приставки для измерения среднеквадратичного значения переменного напряжения различной формы приведена на **рис. 1**.



Основные технические характеристики

Пределы измерения, В 0,2; 2; 20
Диапазон частот при измерении напряжения в интервале 0,1...1 максимального значения для каждого предела измерения, Гц, не менее . . . . .50...10000
Погрешность измерения напряжения в указанном выше интервале и диапазоне частот, %, не более 2
Входное сопротивление, МОм 1
Потребляемый ток, мА, не более 0,8

С более подробными возможностями и особенностями, определяющими характеристики вольтметров, собранных на основе микросхемы AD736, которая применена в приставке, можно ознакомиться в [2].

Измеряемое переменное напряжение поступает на гнёзда "$U_{вх}$" и через разделительный конденсатор C1 — на резистивный делитель R1—R3, с помощью которого задают предел измерения выбором соответствующего положения переключателя SA1. С его подвижного контакта оно поступает на вход микросхемы DA1 AD736JN. Резистор R4 и диоды VD1, VD2 — защитные. Они

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

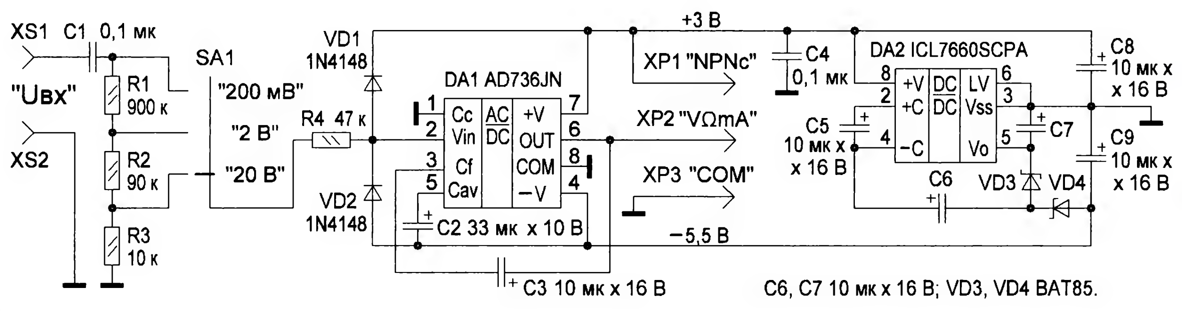
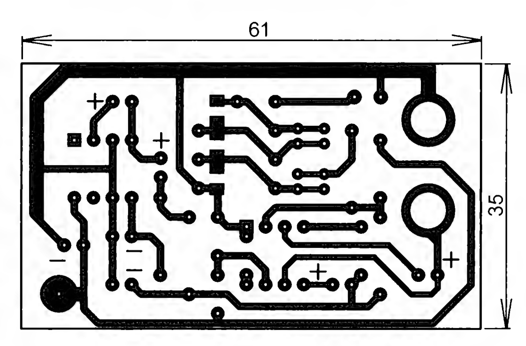


Рис. 1

защищают микросхему DA1 от выхода из строя от повышенного напряжения, которое может появиться на её входе при ошибочном выборе предела измерения. Ёмкости конденсаторов C2 и C3 выбраны согласно рекомендациям по применению микросхемы и могут быть изменены в зависимости от специфики применения приставки: аудиовольтметр, вольтметр средних значений и т. п. Сигнал с выхода микросхемы DA1 в виде постоянного напряжения положительной полярности поступает на вход "VΩmA" мультиметра для последующего измерения.

Микросхема AD736 требует для питания двухполярный источник напряжения. Минимальные требования к напряжению питания — +2,8 В и −3,2 В. Поэтому для питания приставки от встроенного стабилизатора АЦП мультиметра +3 В применён преобразователь отрицательного напряжения с высоким КПД, собранный на микросхеме DA2, описание которого приведено в [3]. Преобразователь обеспечивает питание микросхемы напряжением −5,5 В.



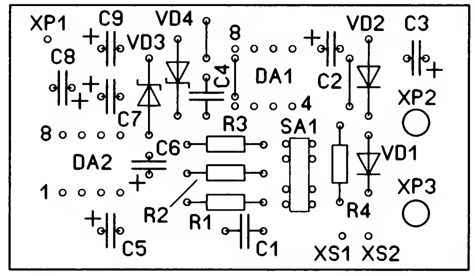


Рис. 2

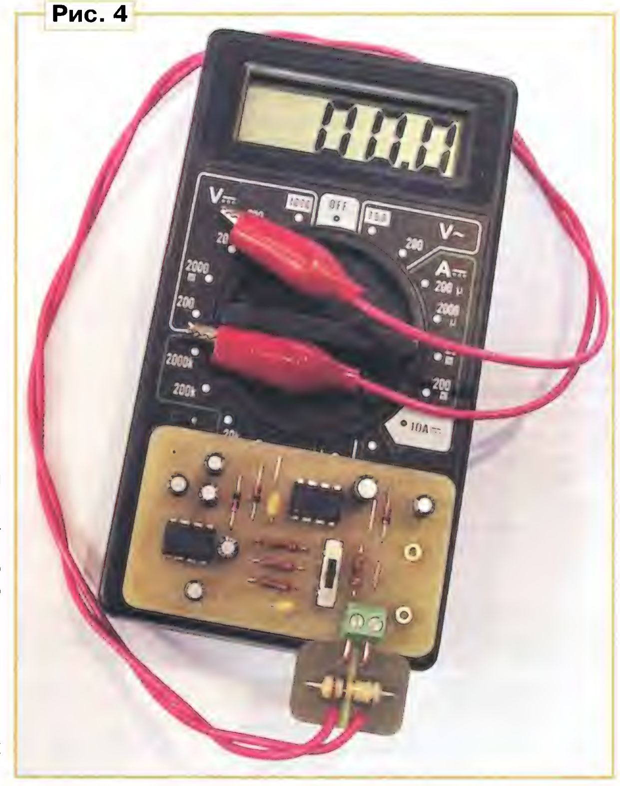


Рис. 3

Приставка собрана на плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Чертёж печатной платы и расположение на ней элементов показаны на **рис. 2**. Фотография собранной приставки представлена на **рис. 3**. На плате установлены три перемычки из лужёного провода. Их запаивают до монтажа остальных элементов. Микросхемы DA1 и DA2 — в корпусе DIP8. Конденсаторы C1, C4 — выводные керамические, импортные аналоги К10-17Б. Оксидные конденсаторы — импортные выводные (в исполнении mini). Резисторы — выводные мощностью 0,125 или 0,25 Вт. Штырь XP1 "NPNc" — подходящий от разъёма или отрезок лужёного провода подходящего диаметра. Отверстие под него в плате сверлят "по месту" после установки штырей XP2, XP3. Штыри XP2 "VΩmA" и XP3 "COM" — от щупов для мультиметра. Входные гнёзда XS1, XS2 "$U_{вх}$" — клеммник винтовой 350-02-021-12 серии 350 фирм DINKLE, DEGSON. Переключатель SA1 — движковый серий MSS, MS, IS, например, MSS-23D19 (MS-23D18).

Приставка не требует налаживания. При работе с ней переключатель рода работ мультиметра устанавливают в положение измерения постоянного напряжения на пределе 200 мВ. Для указанной выше точности измерения сопротивления резисторов R1, R2 в делителе можно выбрать из номинального ряда E12 (10 %) или E24 (5 %) следующим образом. Во-первых, выборкой 900 и 90 кОм из резисторов с номинальными сопротивлениями 910 и 91 кОм соответственно. Во-вторых, резистор R1 можно установить сопротивлением 1 МОм, R2 — 100 кОм, R3 — 11,1 кОм, отобрав из резисторов 11 кОм. Впрочем, вариаций здесь много с учётом "все чуть больше" или "все чуть меньше". Перед подключением приставки к мультиметру следует проконтролировать потребляемый ею ток от другого источника питания напряжением

Рис. 4



3 В, имеющего защиту по току, чтобы не вывести из строя встроенный маломощный стабилизатор напряжения питания АЦП в случае неисправности какого-либо элемента или случайного замыкания токоведущих дорожек платы.

Входное сопротивление приставки можно увеличить до 10 МОм. Для этого достаточно все сопротивления резисторов входного делителя R1—R3 увеличить в десять раз. Сохранения частотного диапазона, если это необходимо, добиваются, делая делитель частотно-независимым. В этом случае, как известно, параллельно каждому резистору делителя необходимо подключить конденсатор соответствующей ёмкости. На плате со стороны печатных проводников для этих конденсаторов предусмотрены соответствующие контактные площадки. Эти конденсаторы — поверхностно монтируемые, типоразмеров 0805, 1206. Ориентировочно постоянная времени каждой такой RC-цепи равна 100 мкс и подбирается по известной методике налаживания входных делителей измерительных приборов.

Наличие обратного тока защитных диодов VD1, VD2 (1N4148) может внести дополнительную погрешность в измерения. Для её исключения необходимо применить диоды с обратным током не более 1...2 нА при обратном напряжении 5 В, например, FDLL300A или отобрать из имеющихся. Измерить обратный ток можно любым мультиметром на пределе 200 мВ с входным сопротивлением 1 МОм. Катод диода подключают к плюсу источника питания, а анод — последовательно со щупами мультиметра к минусу. Показания в милливольтах будут численно равны обратному току в наноамперах. При входном сопротивлении прибора, равном 10 МОм, показания следует разделить на десять.

Для измерения среднеквадратичных значений переменного тока, например, тока холостого хода сетевых трансформаторов, блоков питания на их основе, импульсных источников питания и других подобных устройств, приставку полезно дополнить измерительным шунтом с зажимами. Для этого необходимо подключить к клеммам "$U_{вх}$" резистор сопротивлением 1 Ом с двумя проводами в изоляции, к противоположным концам которых припаивают зажимы, например, "крокодил". Если установить резистор мощностью 2 Вт, можно производить измерения переменного тока на пределах 200 мА и 2 А, что будет соответствовать положениям переключателя SA1 "200 мВ" и "2 В". Авторский вариант приставки с таким шунтом, подключённой к мультиметру, показан на **рис. 4**.

При проверке авторской приставки на точность измерения напряжений треугольной и прямоугольной форм (меандр) частотой 10, 50, 500 и 5000 Гц показания мультиметра отличались от показаний образцового вольтметра не более 1 % в интервале 0,1...1 максимального значения на каждом пределе измерения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Долгий А.** Что показывает вольтметр переменного тока? — Радио, 2006, № 6, с. 23—27.

2. AD736 Low Cost, Low Power, True RMS-to-DC Converter. — URL: **http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD736.pdf** (1.02.2015).

3. **Глибин С.** Получение удвоенных двухполярных напряжений в преобразователе на микросхемах серии ICL7660. — Радио, 2015, № 3, с. 35.

Выносной щуп — делитель частоты на 10 для частотомера FC250

А. ПАНЬШИН, г. Москва

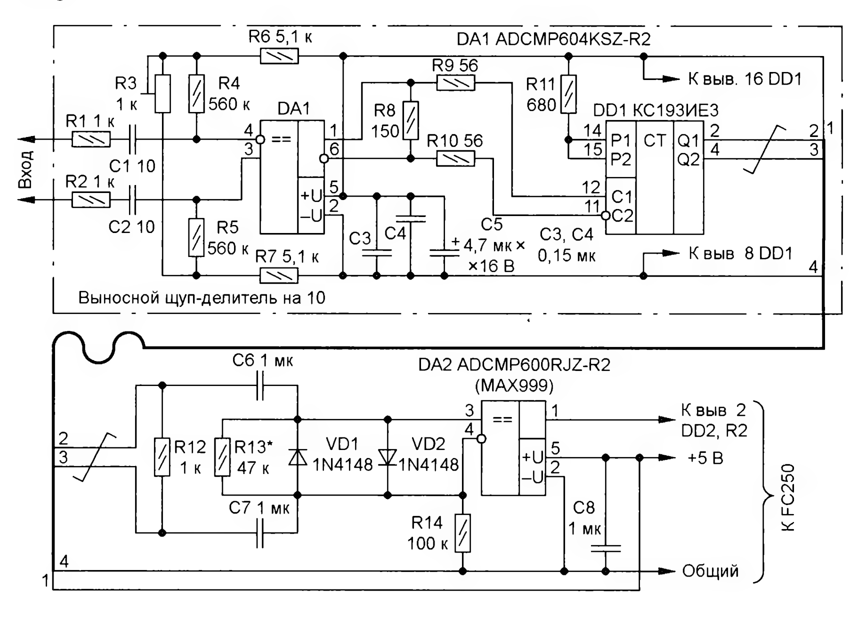
Эксплуатация частотомера FC250 с выносным щупом (ВЩ), передающим сигнал на той же частоте, выявила нестабильность его показаний и перегрев микросхемы DD2 на плате частотомера FC250 [1] на частотах более 150 МГц. Эта частота является предельной для большинства микросхем, применённых в предварительных усилителях-формирователях (ПУ) и на входе FC250. Поэтому был изготовлен новый ВЩ, схема которого с ПУ приведена на **рис. 1**. ПУ собран по схеме рис. 1 из [1], изменены номиналы некоторых элементов. ВЩ собран на двух микросхемах: DA1 (ADCMP604KSZ-R2) — КМОП-компараторе, имеющем время задержки 1,6 нс, входное дифференциальное сопротивление до 70 кОм, и делителе частоты на 10 — DD1 (КС193ИЕ3) [2], имеющем рабочий диапазон частот от 100 кГц до 270 МГц.

Способ подачи напряжения смещения на входы компаратора DA1 с помощью резисторов R3—R7 позволяет подстроечным резистором R3 изменять напряжение гистерезиса и регулировать чувствительность ВЩ. Высоким входным сопротивлением компаратора ADCMP604, достигающим 70 кОм, объясняется большое сопротивление резисторов R4 и R5, выбранное так, чтобы наименее шунтировать входы компаратора. Выходы компаратора DA1 подключены к входам делителя DD1 без разделительных конденсаторов через согласующие резисторы R8—R10, которые нужны для того, чтобы исключить подачу на входы делителя противофазного напряжения более 2 В в статическом режиме.

В отличие от своего прототипа SP8690A, КС193ИЕ3 не является в полной мере микросхемой стандарта ЭСЛ, напряжение смещения на её входах (выводы 11 и 12) соответствует стандарту PECL, что даёт возможность соединять их напрямую с выходами компаратора ADCMP604 стандарта LVDS. При этом противофазный сигнал прямоугольной формы с ADCMP604 подаётся сразу на оба дифференциальных входа делителя, что позволяет работать ВЩ практически во всём диапазоне рабочих частот КС193ИЕ3.

В статическом режиме разность напряжений на входах микросхемы КС193ИЕ3 0,5 В предотвращает её

Рис. 1



самовозбуждение, а подача противофазного сигнала уровня LVDS (0,35 В) позволила с новым ВЩ получить диапазон измеряемых FC250 частот от 400 кГц до 270 МГц при малой входной ёмкости, большом входном сопротивлении и дискретности измерения в 100 Гц. На участке от 1 до 200 МГц чувствительность частотомера FC250 с ВЩ не хуже 0,35 В, в режиме "мягкого" управляемого самовозбуждения компаратора DA1 не хуже 0,2 В, а по краям диапазона измерений не хуже 0,65 В.

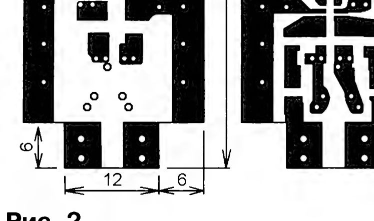



Рис. 2

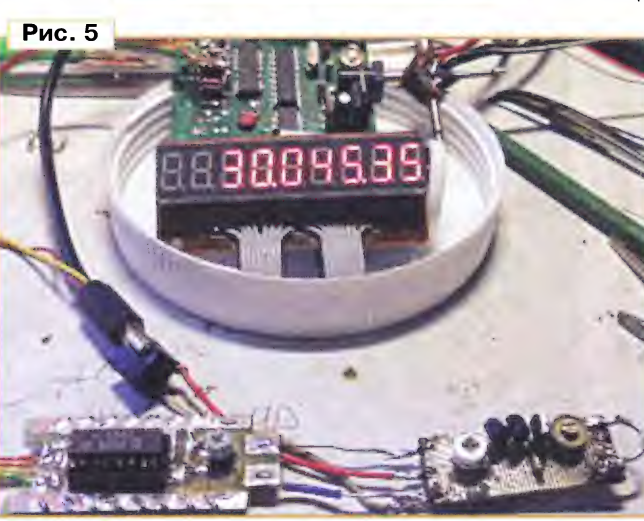
Рис. 3

Не было цели добиваться нижней границы рабочей частоты делителя КС193ИЕ3 в 100 кГц. Но при увеличении ёмкости конденсаторов C1 и C2 до 43 пФ нижняя рабочая частота ВЩ становилась менее 300 кГц.

Напряжение питания +5 В подаётся на ВЩ от стабилизатора напряжения частотомера FC250, потребляемый ток — приблизительно 35 мА. Вывод 6 делителя КС193ИЕ3, выход ТТЛ с открытым коллектором, не задействован и оставлен неподключённым. С его выводов 2 и 4 противофазный сигнал стандарта ЭСЛ по шлейфу длиной 0,3—1 м подаётся на входы ПУ, который размещён на плате FC250 и формирует сигналы уровня ТТЛ, необходимые для работы частотомера [1, 3]. Резистор R12 установлен на конце шлейфа, в месте его соединения с ПУ. Оба дифференциальных входа ВЩ равноценны, они не соединены ни с общим проводом, ни с линией питания частотомера.

При работе оба контакта ВЩ подключают к измеряемому объекту. Для удобства один из контактов ВЩ можно подключать к общему проводу измеряемого устройства отрезком провода длиной до 10 см с зажимом "крокодил" на конце. Применение ВЩ позволяет измерять частоту сигналов уровней ТТЛ и ЭСЛ, частоту гетеродинов различных типов радиоприёмников в диапазонах от ДВ до УКВ-2 при небольшом влиянии ёмкости ВЩ на их частоту. На диапазонах с большим перекрытием по частоте, в частности УКВ-2, из-за снижения напряжения гетеродина на низкочастотном участке частоту удаётся измерить только в режиме управляемого самовозбуждения ВЩ, тогда как подключение других щупов, с меньшим входным сопротивлением, приводило к срыву генерации. В случае недостаточного уровня измеряемого сигнала, при установке малого уровня чувствительности ВЩ и в случае плохого контакта щупа с измеряемым устройством происходит занижение или срыв показаний частотомера. При подаче на ВЩ сигнала частотой 100—200 МГц и напряжением более 0,5 В, имеющего неправильную форму, компаратор DA1 может удваивать частоту. В этом случае для уменьшения напряжения сигнала ВЩ подключают к источнику сигнала через аттенюатор, детали которого можно припаять прямо к контактам ВЩ. Частотомер FC250 по-прежнему может измерять сигналы частотой от 50 Гц до 100 МГц с дискретностью 10 Гц. Для этого вместо шлейфа с ВЩ к конденсаторам C6 и C7 на входе ПУ [1] подключают провода длиной до 20 см с ограничительными резисторами сопротивлением до 1 кОм.

Рис. 4


Рис. 5

ВЩ собран на плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Плата изготовлена методом прорезания фольги после высверливания на ней отверстий. Чертёж платы показан на **рис. 2**. ПУ можно собрать на плате по рис. 2 в [1].

В устройстве применены конденсаторы и резисторы, за исключением R3 и R12, для поверхностного монтажа типоразмера 1206 или 0805. Переменный резистор R3 — 3310Y или любой другой, подходящий по размерам и расположению выводов. Резистор R12 — выводной, мощностью 0,125 Вт, расположен на конце шлейфа, соединённом с ПУ. Компаратор DA1 — для поверхностного монтажа в корпусе SOT 323-6, делитель КС193ИЕ3 (в корпусе DIP-16) установлен в панель, из которой вынуты незадействованные контакты. При установке микросхемы КС193ИЕ3 непосредственно на плату у её неподключённых выводов удаляют концы, вставляемые в отверстия.

Расположение деталей показано на **рис. 3**. Перемычки на контактных площадках для проводов шлейфа, предотвращающие отслоение фольги при их распайке, и контакты ВЩ изготовлены из лужёного провода диаметром 0,75 мм. Остальные перемычки и "прошивка" краёв платы выполнены лужёным проводом диаметром 0,5 мм. Фотография нижней стороны печатной платы приведена на **рис. 4**. Правильно собранный ВЩ налаживания не требует. Если самовозбуждение ВЩ не устраняется резистором R3, то основная причина этого — обрыв (плохая пайка) одного из выходов компаратора DA1. Щуп помещён в пластмассовый корпус. Крепёжные отверстия сверлят "по месту" на облуженных краях платы ВЩ. Можно просто обмотать щуп липкой лентой, оставив снаружи контакты и шлиц подстроечного резистора R3.

На **рис. 5** приведён пример измерения максимальной частоты 300 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Паньшин А.** Предварительный усилитель-формирователь для частотомера FC250. — Радио, 2015, № 2, с. 18—20.

2. **Хлюпин Н.** СВЧ-делители частоты. — URL: **http://ra4nal.qrz.ru/prescaler.shtml** (19.02.15).

3. **Нечаев И.** Щуп-компаратор для частотомера. — Радио, 2014, № 7, с. 20.

тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

История развития Android

А. ПРОШИН, Н. ГОРЯЧЕВ, Н. ЮРКОВ, г. Пенза

Android представляет собой операционную систему (ОС) с открытым исходным кодом, принадлежащую сегодня корпорации Google. Однако, вопреки распространённому мнению, изначально идея Android принадлежит не Google, и чтобы разобраться в этом, необходимо дать краткую историческую справку.

В 2000 г. в Пало-Альто, штат Калифорния, была основана небольшая, но амбициозная компания с незамысловатым названием Danger. Занималась она аппаратным дизайном, программным обеспечением и сервисами для мобильных устройств. Одним из самых популярных продуктов, выпущенных компанией, был смартфон Danger Hiptop (**рис. 1**), появившийся на прилавках в 2002 г.

Этот смартфон стал практически первым устройством подобного рода, завоевавшим внимание широкой общественности, как это сейчас делает iPhone. Основной его особенностью было использование облачных сервисов на клиентском оборудовании и в онлайн-магазине приложений. Сейчас, конечно, этим уже никого не удивить, и факт существования таких вещей принимается как данность, но в то время всем это было в новинку, и люди относились с опаской к новым возможностям. Но несмотря ни на что, устройство пользовалось огромной популярностью, и его производство прекратилось лишь в 2010 г. Россию этот смартфон, к сожалению, обошёл стороной, так что, если вы, читатель, не понимаете, о чём вообще идёт речь, это неудивительно.



Рис. 1



Рис. 2

В начале февраля 2008 г. компания Microsoft купила Danger в безраздельное пользование, и большинство сотрудников было переведено в отдел разработки Windows Phone. На этом история компании, основателем которой, к слову, был Энди Рубин, бывший сотрудник Apple, можно сказать, закончилась, поскольку в 2003 г. он, поняв, что в Danger его задача выполнена, ушёл и основал собственную небольшую фирму, получившую название Android. Его целью было создать совершенно новый смартфон, который, цитируя Рубина, знал бы больше других представителей этого рынка о предпочтениях пользователя и его местонахождении.

В то время балом правили две компании: Nokia с её ОС Symbian и Microsoft с Windows Mobile. Вторая, впрочем, всегда серьёзно уступала первой, её доля на рынке была несравнимо меньше. Это сейчас Nokia практически потеряла свой вес, будучи варварски выкупленной и задавленной Microsoft, но тогда, в начале 2000-х, это был колосс мобильной индустрии и конкурировать с ней было сродни самоубийству. Видимо, понимая это, Рубин держал разработку в строжайшем секрете, что повлекло за собой быстрое иссякание денежных ресурсов. Не видя другого выхода, но твёрдо веря в успех предприятия, компания Android открыла свои наработки фирме, которая на тот момент никак не была связана с бизнесом в области мобильных устройств, но всё же заинтересовалась новизной и перспективностью идеи. Вот тут-то на сцену и выходит Google.

Под крылом Google

Google идея Рубина очень понравилась, и компания начала обильное финансирование проекта. Но спустя пару лет, видя его перспективность и не желая делить его с кем бы то ни было, 17 августа 2005 г. гигант полностью купил себе компанию Android, оставив на своих местах практически всех ключевых сотрудников. Работа велась в условиях строгой секретности, впрочем, учитывая то, что никто в мире и подумать не мог, что у Google может быть какой-то интерес на рынке мобильных устройств, это было нетрудно. Но хранить тайну вечно невозможно, и ближе к декабрю 2006 г. начали появляться слухи, что никому не известная компания Android в составе Google занимается разработкой принципиально новой мобильной платформы на базе ядра Linux. Общественность с большим скептицизмом отнеслась к идее Linux'а на мобильном телефоне, но Google сдавать позиции не собиралась и наладила тесное сотрудничество с производителями программного и аппаратного обеспечения, сказав, что согласны на любые условия, лишь бы продукт наконец заработал. Всё это по-прежнему старались особо не разглашать, но механизм уже был запущен и остановить его не представлялось никакой возможности. Вездесущие журналисты прознали, что Google тайно встречается с производителями мобильных телефонов и сотовыми операторами, которым представляет уже полностью рабочий прототип своего нового смартфона на базе принципиально новой операционной системы.

В сентябре 2007 г. Google подала заявки на получение нескольких патентов, и уже 5 ноября того же года сама Google, а вместе с ней HTC, Sony, Samsung, T-Mobile, Sprint Nextel, Qualcomm и Texas Instruments дружно сообщили то, о чём столько лет упорно молчали. А именно, что все они находятся на финишной прямой в вопросе разработки совершенно нового открытого стандарта в области

мобильной электроники и в скором времени будут готовы представить новые линейки смартфонов, работающих на единой операционной системе от Google на базе ядра Linux версии 2.6.

Наконец, 22 октября 2008 г., занавес упал окончательно, и весь мир смог увидеть плоды многолетних трудов множества ведущих компаний. На прилавках магазинов появился смартфон от компании HTC под названием HTC Dream (**рис. 2**). Именно он официально считается первым коммерчески доступным смартфоном, работающим на ОС Android и фактически заложившим её экспансию на подавляющее большинство современных мобильных устройств.

Появление готовой открытой операционной системы дало прежде всего китайским производителям неограниченные возможности в выпуске мобильных устройств всевозможных видов и форм. Не обошли Android стороной и крупные производители аппаратного обеспечения, такие как Samsung, Lenovo, LG, Sony и др. Однако есть среди всего этого многообразия устройств одна основная линейка, считающаяся флагманской. Нетрудно догадаться, что принадлежит она Google и носит гордое название Google Nexus. Эта серия содержит не только смартфоны, но и планшеты, которые для Google производят другие компании. Например, смартфон Nexus One и планшет Nexus 9 были сделаны в HTC, смартфоны Nexus S, Galaxy Nexus и планшет Nexus 10 — в Samsung, смартфоны Nexus 4 и Nexus 5 — в LG, планшет Nexus 7 принадлежат "перу" Asus и, наконец, смартфон Nexus 6 собрали в Motorola. Все эти устройства не могут быть модифицированы операторами сотовой связи, используют оригинальные приложения и оболочки Android, а также имеют бесспорное преимущество в том, что стоят первыми в очереди на обновление ОС.

Сервис Google Play

На следующий день, 23 октября 2008 г., после выхода первого Android-смартфона был запущен сервис Android Market. На тот момент он представлял собой всего лишь онлайн-магазин приложений, в котором можно было купить, скачать бесплатно или же обновить уже установленные приложения для вашего свежекупленного телефона. Некоторое время спустя, позаимствовав у Apple идею iTunes, Google запустила отдельный сервис Google Music, нацеленный на платное и бесплатное распространение музыки, но затем, не пожелав плодить сервисы, выполняющие, по сути, одну и ту же функцию, Google провела ребрендинг и переименовала Android Market в Google Play, остающийся под таким названием до сих пор, где стала централизованно распространять весь контент, предназначенный для использования на платформе Android. Этим контентом являются, прежде всего, приложения, музыка, а также книги, журналы, игры и даже фильмы.

Стоит сказать, что для работы Android на каждом конкретном устройстве требуется некоторая его модификация, что накладывает определённые ограничения на использование программного обеспечения из Google Play. Сервис автоматически определяет, с какого устройства пользователь зашёл в магазин и показывает только те приложения, которые будут работать на этом устройстве. Причём фильтрация не учитывает уровень производительности, а проверяет лишь возможность запуска, так что приложение, даже если и запустится на вашем мобильном устройстве, может работать не совсем корректно.

К концу 2014 г. в Google Play накопилось более одного миллиона приложений, которые в сумме были скачаны 50 миллиардов раз. Это автоматически делает сервис одной из крупнейших площадок цифровой дистрибуции в мире. В связи с этим может сложиться ошибочное мнение о баснословном обогащении Google, учитывая количество загрузок. Это далеко не так, ведь 70 % прибыли от приложения идёт его разработчику, а оставшиеся 30 % оператору сотовой связи. Сама Google при этом не получает абсолютно ничего.

Заключение

На этом, пожалуй, можно и закончить. Авторы не стали особо вдаваться в технические подробности, поскольку этот обзор носит сугубо ретроспективный характер, и пытаться охватить все аспекты ОС нам, кажется, в данном контексте не совсем уместным. Отметим лишь, что к четвёртой версии Android перешёл на ядро Linux 3.0, открывшее новые горизонты для разработчиков и функции для пользователей. Также интересным является тот факт, что Google, помимо нумерации версий, даёт им ещё и кодовые имена, являющиеся названием какого-либо десерта или сладости, например, Android 4.2.2 Jelly Bean ("желейная конфета в форме фасоли"), Android 4.4 KitKat (в объяснении не нуждается), Android 5.0 Lollipop ("леденец") и т. д.

Помимо забавного названия версий, Google также встраивает в Android, начиная от версии 2.3 и выше, так называемые "пасхальные яйца", т. е. небольшие развлекательные моменты, которые найти не так-то просто. Чтобы открыть "пасхалку", нужно зайти в "Настройки" и несколько раз быстро нажать на версию Android, после чего на экране версий, например, 4.1, 4.2 и 4.3, появятся летающие конфеты, которые можно раскидывать в разные стороны, а в 5.0 вообще откроется мини-игра, почти полностью повторяющая легендарную "Flappy Bird".

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что ОС Android уже давно перестала быть просто "операционкой для телефона" и представляет собой нечто гораздо большее, чьи возможности пока не раскрыты в полной мере. Она уже давно ушла за пределы смартфонов и планшетов и внедряется в устройства, которые даже приближённо не походят на них, а также устанавливается на настольные персональные компьютеры. Был даже успешный опыт установки Android на продукцию компании Apple. И это только малая доля от всего, на что способен Android, и чем дальше, тем будет всё интереснее следить за успехами Google в области создания и развития ОС.

тел. 608-28-38

Приём статей: mail@radio.ru

Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 4, 2015

"Параллельный" анодно-экранный модулятор

С. КОМАРОВ, г. Москва

Предлагаем вниманию читателей статью неутомимого пропагандиста индивидуального средневолнового радиовещания на самодельной аппаратуре и энтузиаста применения не по прямому назначению унифицированных трансформаторов питания и дросселей фильтра выпрямителей. Использовал он их и для изготовления анодно-экранного амплитудного модулятора передатчика индивидуального вещания.

У амплитудной модуляции (АМ) много недостатков. Плохие энергетические показатели, подверженность эфирным помехам и почти всегда сопровождающийся шипением приём АМ-сигналов. Поэтому в большинстве систем радиосвязи обычную АМ уже давно заменили однополосной (ОБП, SSB) и частотной модуляцией (ЧМ, FM). Есть, однако, у АМ два достоинства, благодаря которым её до сих пор применяют в радиовещании несмотря на безуспешные попытки внедрения в него цифровых методов передачи информации.

Первое: для приёма АМ-сигнала требуется очень простой и дешёвый приёмник. В системах радиосвязи число радиоприёмников, как правило, равно числу радиопередатчиков, и сложность, например, однополосного приёмника на фоне имеющегося в той же радиостанции однополосного передатчика существенного значения не имеет. Напротив, в массовом радиовещании, где число приёмников во много раз превышает число передатчиков, простота приёмника всецело определяет экономику отрасли и доступность прослушивания радиопередач.

Второе: при падении уровня АМ-сигнала, вплоть до шума и помех, сохраняются не только разборчивость передаваемой речи и её естественность, но даже узнаваемость музыкальных произведений. Оба этих достоинства пока не удалось превзойти ни одной другой системе модуляции в тех же диапазонах частот. Так что АМ в радиоэфире, видимо, ещё будет жить долго.

Эффективная АМ несущего сигнала обычно производится в выходной ступени лампового радиопередатчика путём изменения питающих напряжений на экранной сетке и аноде лампы этой ступени. При этом тракт формирования несущей, включая выходную ступень, может быть нелинейным (режимы классов B и C) или даже цифровым (режимы классов D, E, F). Пример построенного на цифровых микросхемах возбудителя для АМ-передатчика индивидуального радиовещания был опубликован в [1].

Доведение до нужного уровня мощности АМ-сигнала, сформированного в возбудителе на малом уровне (как это принято в однополосной модуляции), требует сложного в регулировке и обладающего низким КПД мощного линейного усилителя. Поэтому амплитудная модуляция непосредственно в выходном усилителе реализуется проще и энергетически более выгодна.

Собственно изменение амплитуды первой гармоники анодного тока и, как следствие, напряжения несущей, выделяющегося на анодном колебательном контуре усилителя, чаще всего производится изменением в такт с модулирующим сигналом напряжения на экранной сетке выходной радиолампы. Для того чтобы при малой амплитуде выходного напряжения её анод не перегревался, в такт с экранным изменяют ещё и напряжение на аноде, чтобы оно всегда составляло 110...120 % ВЧ-напряжения на контуре. В этом и состоит принцип анодно-экранной модуляции.

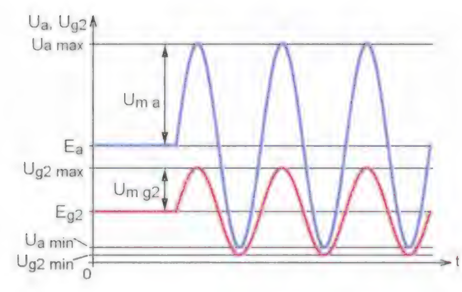


Рис. 1

Есть важное правило такой модуляции: при любых значениях модулирующего сигнала напряжение на экранной сетке лампы должно быть меньше анодного и сохранять то же соотношение с ним, что и при отсутствии модуляции, как показано на **рис. 1**. Модулятор должен быть построен таким образом, чтобы при работе передатчика это правило невозможно было нарушить, иначе выходная лампа может выйти из строя в результате перегрузки по экранной сетке.

Реализовать суммирование постоянных составляющих напряжения питания анода и экранной сетки с переменным модулирующим сигналом можно двумя способами. Первый — наиболее простой. Достаточно соединить последовательно каждый источник постоянного питающего напряжения (E_a и E_{g2}) с соответствующим источником переменного напряжения модуляции (U_{am} и U_{g2m}), как это показано на **рис. 2**. Такое решение популярно, но имеет существенные недостатки. Через вторичные обмотки модуляционного трансформатора протекают постоянные составляющие анодного и экранного тока. Это означает, что трансформатор работает с подмагничиванием и должен иметь магнитопровод значительно большего (по сравнению с аналогичным трансформатором без подмагничивания) сечения с обязательным немагнитным зазором. Подмагничивание можно скомпенсировать, применив источник модулирующего сигнала с однотактной выходной ступенью, работающей в классе А. Но КПД такой ступени крайне низок.

Кроме того, модуляционный трансформатор в рассматриваемом случае находится под высоким постоянным анодным напряжением. Поэтому между его обмотками необходима высоковольтная изоляция. Это серьёзно усложняет конструкцию трансформатора и повышает риск его пробоя. По рассмотренным причинам модуляционный трансформатор приходится рассчитывать и изготавливать индивидуально под каждый проектируемый передатчик. Его нельзя унифицировать по техническим и экономическим причинам. Кажущаяся простота устройства оборачивается серьёзными технологическими сложностями.

Но есть и другой, "параллельный" способ — сложить постоянное напряжение питания и переменное модулирующее, подав их на общую нагрузку через два реактивных сопротивления, каждое из которых будет малым по абсолютной

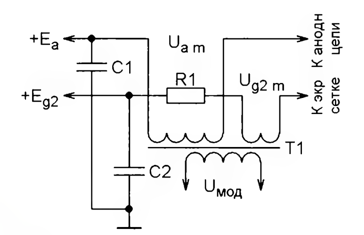


Рис. 2

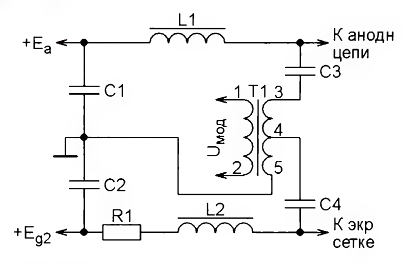


Рис. 3

величине для одного из суммируемых напряжений, но большим для второго. Схема такого сумматора показана на **рис. 3**.

По сравнению с ранее рассмотренным устройство стало сложнее, в нём появились дополнительные LC-цепи. Но модуляционный трансформатор Т1 теперь не подмагничивается и находится под нулевым потенциалом. Во многих случаях здесь можно применить стандартный выходной трансформатор или даже трансформатор питания, а не проектировать и делать его самостоятельно. Неизбежное подмагничивание "ушло" из трансформатора в низкочастотные дроссели L1 и L2, которые также можно подобрать из числа унифицированных. Высокая разность потенциалов "ушла" в разделительные конденсаторы С3 и С4.

Обратим внимание на имеющийся и на рис. 2, и на рис. 3 резистор R1. У него двойное назначение. Первое — устранение резонансных выбросов на модуляционной АЧХ за счёт внесения активных потерь в LC-цепи. Этот резистор понижает добротность паразитного колебательного контура в цепи экранной сетки. Второе его назначение —ограничение тока экранной сетки. Падение напряжения на нём автоматически уменьшает напряжение на этой сетке при увеличении её тока, чем предохраняет лампу от выхода из строя при ненастроенной колебательной системе модулируемой ступени или обрыве в анодной цепи.

Расчёт параллельного модулятора

Исходные данные для расчёта: полоса модулирующих частот от F_{min} = 50 Гц до F_{max} = 8000 Гц (вещательная АМ, класс излучения 16K0A3EGN), напряжение питания анода U_a = 400 В, экранной сетки U_{g2} = 175 В, постоянный ток анода I_a = 0,3 А и экранной сетки I_{g2} = 0,03 А. Это соответствует модулируемой ступени на паре параллельно соединённых ламп 6П45С в относительно лёгком режиме. Максимальный коэффициент модуляции примем равным m = 0,9.

Цепь анода

Эквивалентное сопротивление нагрузки модулятора цепью анода

$$R_a = \frac{U_a}{I_a} = \frac{400}{0{,}3} = 1333\ \text{Ом}.$$

На нижней частоте модуляции F_{min} допустим завал АЧХ на 3 дБ. Стало быть, индуктивное сопротивление анодного модуляционного дросселя L1 должно быть не менее R_a

$$L1 \geq \frac{R_a}{2\pi \cdot F_{min}} = \frac{1333}{6{,}28 \cdot 50} = 4{,}24\ \text{Гн}.$$

Примем с запасом L1 = 5 Гн.

Максимальная амплитуда модулирующего напряжения на аноде

$$U_{m\,a\,max} = U_a \cdot m = 400 \cdot 0{,}9 = 360\ \text{В}.$$

Но поскольку пик-фактор (отношение модулирующего напряжения самого громкого звука к среднему уровню) для речи и музыки не бывает меньше, чем три (для концертов симфонической музыки он может достигать и 7), средняя глубина модуляции $m_{ср}$ составит 0,3, а средняя амплитуда модулирующего напряжения в анодной цепи

$$U_{m\,a\,ср} = U_a \cdot m_{ср} = 400 \cdot 0{,}3 = 120\ \text{В}.$$

Через дроссель L1 в рабочем режиме протекают как постоянный ток анода, так и переменный, определяемый средней амплитудой модулирующего напряжением и реактивным сопротивлением дросселя на частоте модуляции. При этом важно, чтобы при максимальном значении суммарного тока магнитопровод дросселя не входил в насыщение. При m = 0,9 и амплитудном значении напряжения модуляции пиковое значение тока дросселя

$$I_{L1пик} = i_a + \frac{U_{m\,a\,max}}{2\pi \cdot F_{min} \cdot L1} =$$

$$= 0{,}3 + \frac{360}{6{,}28 \cdot 50 \cdot 5} = 0{,}529\ \text{А}.$$

Дроссель с нужными параметрами (L = 5 Гн, $I_{max} \geq 0{,}529$ А) можно составить, соединив несколько однотипных унифицированных дросселей серии Д [2] последовательно. Например, подойдут четыре дросселя Д47-1,2-0,56 (L = 1,2 Гн; I_{max} = 0,56 А). Но на практике были применены два дросселя Д48-2,5-0,4 (L = 2,5 Гн; I_{max} = 0,4 А)). Искажения, вызванные некоторым превышением паспортного допустимого тока на пиках модуляции, оказались совершенно незаметными. Суммарное сопротивление обмоток двух дросселей Д48-2,5-0,4 — 108 Ом, так что падение постоянного напряжения анодного питания на составном дросселе L1 не превысит 0,3·108 = 32,4 В. Необходимое напряжение источника анодного напряжения с учётом потерь на дросселе 400+32,4 = 433 В.

Разделительный конденсатор С3 работает на параллельное соединение индуктивного сопротивления дросселя X_{L1} и активного сопротивления цепи анода лампы R_a. Модуль сопротивления такого соединения на нижней частоте модуляции равен

$$Z_a = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{R_a^2} + \dfrac{1}{(2\pi \cdot F_{min} \cdot L1)^2}}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{1333^2} + \dfrac{1}{(6{,}28 \cdot 50 \cdot 5)^2}}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{1333^2} + \dfrac{1}{1570^2}}} = 1016\ \text{Ом}.$$

На той же частоте реактивное сопротивление разделительного конденсатора С3 не должно превышать 1/5 Z_a. Это выполняется при условии

$$C3 \geq \frac{5}{2\pi \cdot F_{min} \cdot Z_a} = \frac{5}{6{,}28 \cdot 50 \cdot 1016} =$$

$$= 1{,}57 \cdot 10^{-5}\ \text{Ф} = 15{,}7\ \text{мкФ}.$$

Можно применить металлобумажный конденсатор МБГО-2 ёмкостью 20 мкФ на напряжение 600 В.

Блокировочный конденсатор С1 фактически подключён параллельно выходному конденсатору фильтра анодного выпрямителя, но должен быть установлен в непосредственной близости от дросселя L1. Суммарное реактивное сопротивление этих конденсаторов должно быть меньше Z_a в 20...50 раз, что соответствует их суммарной ёмкости 63...157 мкФ. В модуляторе можно установить конденсатор С1 меньшей ёмкости (например, такой же, как С3), а остальную её часть возьмёт на себя выходной конденсатор фильтра выпрямителя. Например, при ёмкости конденсатора С1 = 20 мкФ на выходе выпрямителя могут быть установлены два последовательно соединённых оксидных конденсатора по 150 мкФ на напряжение 400 В (общей ёмкостью 75 мкФ). Можно также использовать на выходе фильтра выпрямителя один плёночный конденсатор К75-40б ёмкостью 60 или 100 мкФ на напряжение 750 В.

Мощность, отдаваемая модулятором в анодную цепь передатчика при m = 0,9, с учётом потерь в активном сопротивлении составного модуляционного дросселя

$$P_{мод.а} = \frac{U_{m.a}^2}{2 \cdot R_a} + \frac{U_{m.a}^2 \cdot R_{L1}}{2 \cdot (2\pi \cdot F_{min} \cdot L1)^2} =$$

$$= \frac{360^2}{2 \cdot 1333} + \frac{360^2 \cdot 108}{2 \cdot (6{,}28 \cdot 50 \cdot 5)^2}$$

$$= 48{,}6 + 2{,}8 = 51{,}4\ \text{Вт}.$$

При m = 0,3 потребуется лишь 5,7 Вт.

Цепь экранной сетки

Для линейной модуляции необходимо выдержать такое же соотношение минимальных значений анодного и экранного напряжений, что и в отсутствие модуляции

$$\frac{U_{a\,min}}{U_{g2\,min}} = \frac{U_a}{U_{g2}} = \frac{400}{175} = 2{,}29.$$

При m = 0,9 минимальное напряжение на аноде

$$U_{a\,min} = U_a - U_{am} = 400 - 360 = 40\ \text{В}.$$

Стало быть, минимальное напряжение на экранной сетке должно быть

$$U_{g2\,min} = \frac{U_{a\,min}}{2{,}29} = \frac{40}{2{,}29} = 17{,}5\ \text{В}.$$

Таким образом,

$$U_{g2\,m} = U_{g2} - U_{g2\,min} =$$

$$= 175 - 17{,}5 = 157{,}5\ \text{В}.$$

Чтобы реактивная нагрузка источника модулирующего сигнала дросселем L2 не превышала нагрузки дросселем L1 должно соблюдаться условие

$$L2 \gg L1 \cdot \frac{U_{g2\,m}^2}{U_{am}^2} = 5 \cdot \frac{157{,}5^2}{360^2} = 1\ \text{Гн}.$$

Выберем L2 = 5 Гн. Индуктивное сопротивление такого дросселя на нижней частоте модуляции равно

$$X_{L2} = 2\pi \cdot F_{min} \cdot L2 = 6{,}28 \cdot 50 \cdot 5 = 1571\ \text{Ом}.$$

Активное сопротивление цепи экранной сетки для модулирующего напряжения

$$R_{g2} = \frac{U_{g2}}{I_{g2}} = \frac{175}{0{,}03} = 5833\ \text{Ом}.$$

Мощность, потребляемая от модулятора экранной сеткой,

$$P_{m\,g2} = \frac{U_{g2m}^2}{2 \cdot R_{g2}} = \frac{157{,}5^2}{2 \cdot 5833} = 2{,}13\ \text{Вт}.$$

При $m_{ср}$ = 0,3 она уменьшается до 0,24 Вт.

Чтобы ограничить ток экранной сетки (защита лампы при рассогласовании нагрузки), а также предотвратить резонансные явления в цепи модуляции, необходимо соединить последовательно с дросселем резистор, сопротивление которого в сумме с активным сопротивлением дросселя равно или больше модуля его реактивного сопротивления на нижней частоте модуляции. При равенстве активного и реактивного сопротивления этой цепи амплитуда переменного тока с частотой модуляции равна

$$I_{L2\sim} = \frac{U_{g2m} \cdot m}{1{,}41 \cdot X_{L2}} = \frac{157{,}5 \cdot 0{,}9}{1{,}41 \cdot 1571} = 0{,}064\ \text{А}.$$

А пиковый ток через дроссель будет достигать 0,064+0,03 = 0,094 А.

Выберем унифицированный дроссель Д22-5-0,1 ($L = 5$ Гн, $I_{max} = 0{,}1$ А). Его активное сопротивление — 326 Ом (при последовательном соединении обмоток). К нему нужно добавить резистор R1 сопротивлением 1571–326 = 1245 Ом.

Ёмкость разделительного конденсатора C4 выберем равной 10 мкФ. Это обеспечит частоту среза ФВЧ, образованного дросселем L2 и конденсатором C4, значительно ниже минимальной частоты модуляции. Можно применить конденсатор МБГО-2 ёмкостью 10 мкФ на напряжение не менее 315 В.

Соображения по выбору блокировочного конденсатора C2 аналогичны тем, по которым выбирался конденсатор C1. Ёмкость конденсатора C2 в сумме с ёмкостью выходного конденсатора фильтра источника экранного напряжения должна быть не менее 29...72 мкФ.

При $m = 0{,}9$ и нижней частоте модуляции 50 Гц потери мощности модулирующего сигнала на активном сопротивлении цепи

$$P_{R1L2} = \frac{I^2_{L2\sim}\cdot(R1+R_{L2})}{2} = \frac{0{,}064^2\cdot(1245+326)}{2} = 3{,}22\ \text{Вт},$$

причём 2,66 Вт из них рассеиваются на резисторе R1. При $m_{ср} = 0{,}3$ потери мощности модулирующего сигнала равны 0,36 Вт. Мощность потерь на резисторе R1 падает обратно пропорционально частоте модулирующего сигнала.

При $m = 0{,}9$ и синусоидальном модулирующем сигнале его источник отдаёт в цепь экранной сетки мощность 2,13+3,22 = 5,45 Вт. Полная мощность этого источника в таком режиме (с учётом анодной и экранной цепей) 51,4 + 5,45 = 56,85 Вт.

Во время передачи разговорных и музыкальных программ (пикфактор около 3) от источника сигнала потребуется средняя мощность 6,24 Вт, а с учётом КПД модуляционного трансформатора — около 7 Вт.

Стоит обратить внимание на квадратичную зависимость потребной мощности модулирующего сигнала от глубины модуляции. Бросается в глаза и многократная разница средней мощности при работе с реальным музыкально-разговорным сигналом и с испытательным синусоидальным сигналом максимальной амплитуды. Поэтому к модулятору АМ-передатчика не предъявляется требование долговременного обеспечения максимальной мощности, требуемой в синусоидальном режиме. Главное, чтобы на пиках модуляции он хотя бы кратковременно мог обеспечить амплитуду выходного напряжения, равную напряжению анодного питания модулируемой ступени.

В качестве источника модулирующего сигнала для анодно-экранного модулятора подойдёт почти любой УМЗЧ относительно небольшой мощности (20...60 Вт), способный кратковременно выдать максимальное напряжение модуляции и устойчивый к перегрузкам по току. Хорошо смогут работать транзисторные и особенно ламповые УМЗЧ с трансформаторным выходом. Интегральные УМЗЧ с бестрансформаторным выходом, увы, не обеспечивают нужных пиков напряжения. При их использовании микросхема УМЗЧ должна быть рассчитана на максимальную мощность модулирующего сигнала, т. е. на 80 Вт с учётом КПД модуляционного трансформатора.

Падение постоянного напряжения питания экранной сетки на активном сопротивлении дросселя RL2 и добавочном резисторе R1 составит

$$U_{R1L2} = I_{g2}\cdot(R1+R_{L2}) = 0{,}03\cdot(1245+326) = 47\ \text{В},$$

поэтому напряжение на выходе выпрямителя питания цепи экранной сетки должно быть 175+47 = 222 В. Мощность постоянного тока, рассеиваемая резистором R1, составит $0{,}03^2\cdot1245 = 1{,}12$ Вт. Учитывая, что на нём рассеивается ещё и часть мощности модулирующего сигнала, при $m_{ср} = 0{,}3$ средняя рассеиваемая на резисторе R1 мощность будет равна 0,36+1,12 = 1,48 Вт.

Составляем резистор R1 из двух резисторов МЛТ или С2-23 мощностью 2 Вт и номинальным сопротивлением 2,7 кОм, соединив их параллельно. Поскольку их общее сопротивление 1350 Ом отличается от принятого ранее при расчёте 1245 Ом, падение напряжения питания экранной сетки на этом резисторе и дросселе увеличится до 0,03·(1350+326) ≈ 50 В. Поэтому напряжение источника питания этой сетки нужно увеличить до 175+50 = 225 В.

Модуляционный трансформатор T1 должен сохранять линейность во всём интервале значений модулирующего напряжения. При коэффициенте модуляции 0,9 амплитуда модулирующего напряжения между выводами 3 и 5 его вторичной обмотки должна быть равна 360 В (эффективное значение синусоидального напряжения 254,6 В), а между выводами 4 и 5 — 157,5 В (эффективное значение 111,4 В). При этом желательно, чтобы трансформатор допускал перегрузку по напряжению на 10 %.

Такие значения напряжения на обмотках удивительно хорошо совпадают с напряжениями первичных обмоток выпускаемых промышленностью унифицированных трансформаторов питания серий ТАН и ТН на частоту 50 Гц. Две сетевые обмотки таких трансформаторов рассчитаны на напряжение 127 В (всего 254 В) и имеют отводы на 110 В. Некоторые трансформаторы серии ТН имеют на сетевой обмотке дополнительные отводы, что позволяет с необходимой точностью подобрать и другие соотношения анодного и экранного модулирующего напряжения.

Поскольку испытательный режим синусоидальной модуляции глубиной $m = 0{,}9$ в вещательном радиопередатчике штатный, трансформатор должен иметь номинальную мощность не менее 58,2 Вт.

Выбираем в качестве модуляционного унифицированный накальный трансформатор ТН46-127/220-50. Параметры этого трансформатора приведены в **табл. 1**. Его вторичные обмотки 7-8, 9-10, 11-13, 15-16 будем использовать как первичную с номинальным напряжением 25,2 В, соединив их последовательно, При коэффициенте модуляции $m = 0{,}9$ и мощности 58 Вт входное сопротивление для сигнала $U_{мод}$ будет равно $25{,}2^2/58 = 11{,}2$ Ом.

Иными словами, если имеется обычный бытовой УМЗЧ мощностью 30... 80 Вт, который может развивать напряжение в 24...28 В на громкоговорителе сопротивлением 8, 12 или 16 Ом, его можно использовать в модуляторе АМ-передатчика. Пригоден, например, двухтактный ламповый УМЗЧ с трансформаторами ТАН и ТН, опубликованный в

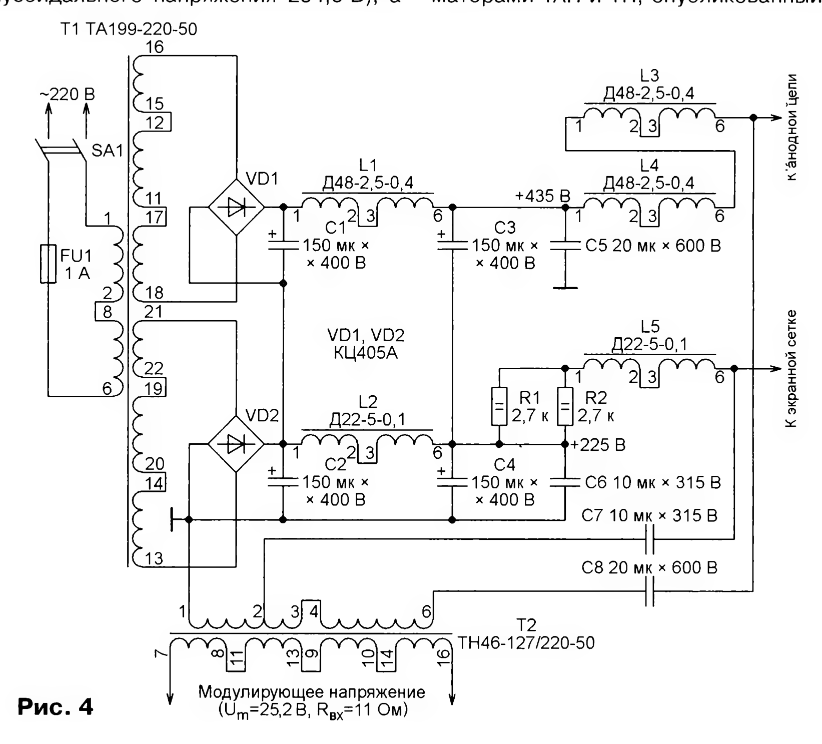


Рис. 4

[3]. В нём лишь нужно добавить коррекцию АЧХ, чтобы получить её завал на 3 дБ на частоте 7,5... 8 кГц, и установить режекторный фильтр на частоту 9 кГц с подавлением не менее 40 дБ для обеспечения класса излучения 16K0A3EGN в соответствии с международным Регламентом Радиосвязи.

Практическая схема рассчитанного выше модулятора изображена на **рис. 4**. Здесь он объединён с выпрямителями анодного и экранного напряжений питания лампы выходной ступени передатчика. Дроссели в сглаживающих фильтрах выпрямителей использованы такие же, как и в собственно модуляторе — Д48-2,5-0,4 и Д22-5-0,1. Расчёт выпрямителей и сглаживающих фильтров можно найти во многих справочниках.

В качестве трансформатора питания применён унифицированный анодный трансформатор ТА199-220-50. Его данные приведены в **табл. 2**. Поскольку этот трансформатор имеет несколько вторичных обмоток с напряжениями 80 и 20 В, есть возможность получить от части из них и выпрямителя на диодном мосте VD2 экранное напряжение, а для получения анодного напряжения добавить к нему выпрямленное мостом VD1 напряжение оставшихся обмоток. Это снижает напряжение на выпрямительных диодах и конденсаторах фильтров, что очень удобно. При этом нужное соотношение питающих анодного и экранного напряжений выдерживается автоматически за счёт выбранного соединения обмоток трансформатора и сохраняется при любых колебаниях напряжения электросети.

Накальные напряжения и напряжения смещения следует подавать на лампы выходной ступени передатчика от отдельного трансформатора и включать его за одну-две минуты до подачи анодного и экранного напряжений.

Таблица 1

Трансформатор ТН46-127/220-50					
Первичные обмотки			Вторичные обмотки		
Выводы	U, В	I, А	Выводы	U, В	I, А
1-1а	3,2	0,32	7-8	6,3	2,3
1-1б	6,3	0,32	9-10	6,3	2,3
1-2	110	0,32	11-12	5	2,3
1-3	127	0,32	11-13	6,3	2,3
4-4а	3,2	0,32	14-15	5	2,3
4-4б	6,3	0,32	15-16	6,3	2,3
4-5	110	0,32			
4-6	127	0,32			

Таблица 2

Трансформатор ТА199-220-50					
Первичные обмотки			Вторичные обмотки		
Выводы	U, В	I, А	Выводы	U, В	I, А
1-2	100	0,715	11-12	80	0,34
1-3	120	0,715	13-14	80	0,4
6-7	100	0,715	15-16	20	0,4
6-8	120	0,715			

ЛИТЕРАТУРА

1. **Комаров С.** Средневолновый радиовещательный синтезатор частоты. — Радио, 2012, № 9, с. 19—23; № 10, с. 21—23.

2. **Комаров С.** Малогабаритные низкочастотные дроссели серии Д. —Радио, 2011, № 5, с. 41.

3. **Комаров С.** Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П. — Радио, 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48.

Автоматическое зарядное устройство

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Тема зарядных устройств для аккумуляторных батарей весьма популярна у радиолюбителей. Описания таких устройств различного уровня сложности неоднократно публиковались. Сегодня мы предлагаем описание ещё одного варианта, способного заряжать свинцово-кислотные, а также никель-кадмиевые и литий-ионные батареи, а при необходимости использовать в качестве источника питания с регулируемым выходным напряжением.

Будучи не только радио-, но и автолюбителем, я решил обзавестись зарядным устройством, способным заряжать аккумуляторные батареи, предназначенные как для автомобилей, так и для других устройств. При этом требовалось, чтобы оно не просто "гнало ток" через батарею, но и использовало при этом современные алгоритмы зарядки и обладало разнообразными вспомогательными функциями. Например, позволяло производить зарядку не только исправных частично разряженных батарей, но и тех, которые в той или иной степени страдают часто встречающимся недугом свинцово-кислотных аккумуляторов — сульфатацией пластин, не теряло информацию о ходе зарядки при аварийном отключении напряжения в питающей сети и было способно продолжать её после восстановления напряжения. И конечно, чтобы было способно выполнять свои функции без регулярного контроля за процессом зарядки со стороны оператора. Одним словом, требовалось зарядное устройство, работающее по принципу "включил и забыл".

Однако найти готовую схему зарядного устройства, удовлетворяющего всем предъявленным к нему требованиям, не удалось. Поэтому оно создавалось "с нуля". То, что получилось в результате, предлагается вниманию читателей.

Основные технические характеристики

1. Зарядка свинцово-кислотных аккумуляторных батарей

Номинальное напряжение, В 12
Ёмкость заряжаемой батареи, А·ч . . . . .35...120
Номинальный зарядный ток . . . . .0,1·С, но не более 7 А
Режимы зарядки:
нормальный;
асимметричный ток 1
асимметричный ток 2
контрольно-тренировочный цикл
Автоматическая предварительная оценка состояния батареи . . . . .есть
Автоматический выбор оптимального режима зарядки . . . . .есть

2. Зарядка никель-кадмиевых аккумуляторных батарей

Номинальное напряжение, В 12
Ёмкость заряжаемой батареи, А·ч .1...3
Номинальный зарядный ток . . . . .1,5·С
Режимы работы:
зарядка с полной предварительной разрядкой батареи
разрядка батареи для последующего хранения
Подсчёт ёмкости разряжаемой аккумуляторной батареи . . . . .есть

3. Зарядка литий-ионных аккумуляторных батарей

Номинальное напряжение, В 10,8
Ёмкость заряжаемой батареи, А·ч .1...3
Номинальный зарядный ток . . . . . . .1·С

4. Работа в качестве источника питания

Напряжение, В . . . . .5...14
Шаг регулирования напряжения, В 0,5
Ток нагрузки, А
минимальный 0,1
максимальный 7
Защита от перегрузки по току . . . . .есть

Примечание*. С — значение тока в амперах, численно равное номинальной ёмкости батареи в ампер-часах.*

Во всех случаях в автоматически определяемый момент полной заряженности батареи зарядный ток выключается. Если процесс зарядки прерван в связи с прекращением подачи электроэнергии питающей сети, то с возобновлением её подачи он автоматически возобновляется и продолжается с точки прерывания. Предусмотрен контроль температуры заряжаемых батарей. При зарядке свинцово-кислотной батареи учитывается её температурный коэффициент напряжения.

Зарядное устройство состоит из трёх основных блоков: источника питания (А1), устройства управления и индикации (А2), эквивалента нагрузки (А3). Блок А1 вырабатывает напряжение

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

5...16 В при токе нагрузки до 7 А и вспомогательные напряжения для питания блока А2. Блок А3 позволяет в необходимых случаях разряжать батарею током до 6 А в продолжительном режиме или до 10 А в кратковременном (не более 10 с) режиме.

Блок А2 обеспечивает выполнение требуемых алгоритмов работы устройства и в соответствии с ними управляет работой остальных узлов устройства, а также отображает необходимую информацию на экране ЖКИ.

К блоку А1 подключён датчик температуры DS18B20 для измерения температуры аккумуляторной батареи, а в блок А2 конструктивно входит токоизмерительный резистор (шунт), предназначенный для измерения тока нагрузки блока А1.

В связи с тем что при работе зарядного устройства выделяется много тепла (в частности, в блоке А3 продолжительное время рассеивается мощность более 70 Вт), в нём имеется принудительное охлаждение с помощью двух вентиляторов. При этом первый вентилятор, работающий на нагнетание, включается при запуске блока А1 и обдувает его элементы. Оба вентилятора (второй — вытяжной) работают и в тех случаях, когда ток эквивалента нагрузки в блоке А3 превышает 4 А. Совместная работа нагнетательного и вытяжного вентиляторов обеспечивает интенсивный воздухообмен внутри корпуса зарядного устройства и максимально эффективный отвод тепла.

Блок А1 собран по схеме, изображённой на **рис. 1**. Здесь имеются два источника питания — основной и вспомогательный.

Основной источник вырабатывает зарядное напряжение. Чтобы уменьшить массу и габариты устройства, он выполнен по схеме импульсного полумостового преобразователя на базе микросхемы TL594ID (A1.DA3) — усовершенствованной версии широко известной микросхемы TL494 — и драйвера полумоста IRS2101S (A1.DA1), управляющего выходными полевыми транзисторами IRF740 (A1.VT1 и A1.VT2). Работа подобных преобразователей многократно освещалась в литературе и в Интернете, поэтому подробно остановимся лишь на организации регулировки его выходных параметров.

Исходя из задач, решаемых зарядным устройством, выходное напряжение источника питания должно регулироваться в пределах 5...16 В с точностью не хуже ±0,1 В. Регулировка должна выполняться по сигналам микроконтроллера, находящегося в блоке А2. Должна быть предусмотрена гальваническая развязка между низковольтными и находящимися под потенциалом питающей сети частями устройства.

В микросхеме TL594ID имеются несколько узлов, которые могут быть использованы для регулирования, компаратор "мёртвого времени" (его вход DTC — вывод 4 микросхемы) и два усилителя сигналов рассогласования (их дифференциальные входы — соответственно выводы 1, 2 и 15, 16 микросхемы).

Изменением напряжения на входе DTC в пределах 0...3 В можно плавно регулировать скважность выходных импульсов, открывающих транзисторы A1.VT1 и A1.VT2, а следовательно, и напряжение на выходе преобразователя. Это сразу наводит на мысль решить задачу управления выходным напряжением, подавая на этот вход напряжение с "движка" цифрового переменного резистора" (ЦПР).

Однако на практике такой путь даёт неприемлемые результаты. Причина тому — слишком крутая зависимость между напряжением на входе DTC и зарядным током аккумуляторной батареи при малой разности между выходным напряжением источника зарядного тока и ЭДС батареи. Ошибка всего на несколько десятых долей вольта приводит либо к недозарядке батареи на 15...20 %, либо к её перезарядке, которая может вызвать перегрев батареи и другие неприятные последствия.

На последнем этапе зарядки для установки зарядного тока описанным методом с требуемой точностью нужен ЦПР с числом шагов более 512. Поиски таких ЦПР успехом не увенчались, ЦПР на 256 шагов работали с многочисленными сбоями. а применение распространённых 64-шаговых не позволило добиться нужной точности регулировки.

Пришлось рассмотреть возможность использования другого элемента регулирования, имеющегося в микросхеме TL594ID усилителя сигнала рассогласования. Манипулируя сигналами на входе такого усилителя, можно либо разрешить работу источника питания, либо запретить её. Чтобы использовать этот усилитель для организации плавной регулировки напряжения, достаточно

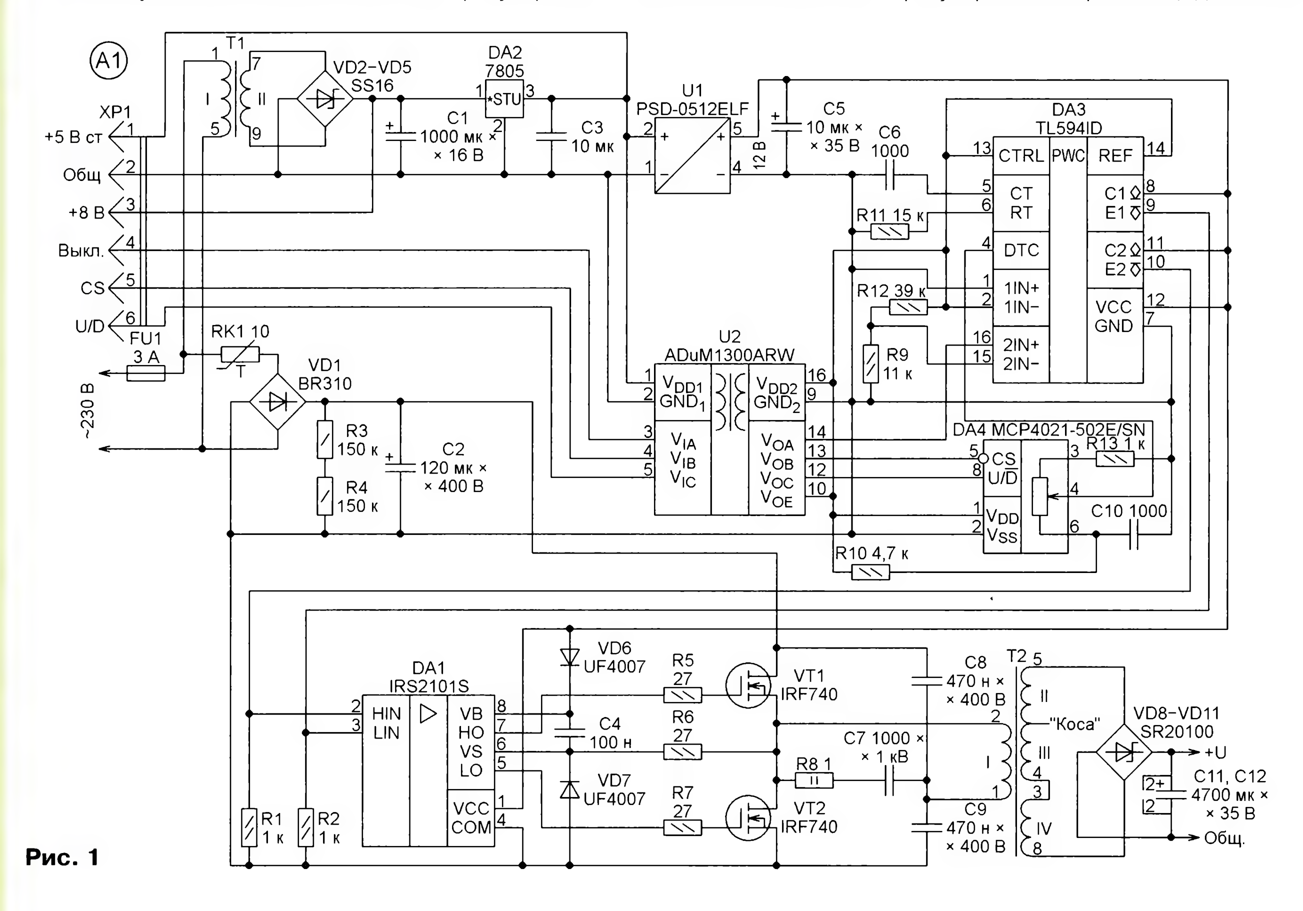


Рис. 1

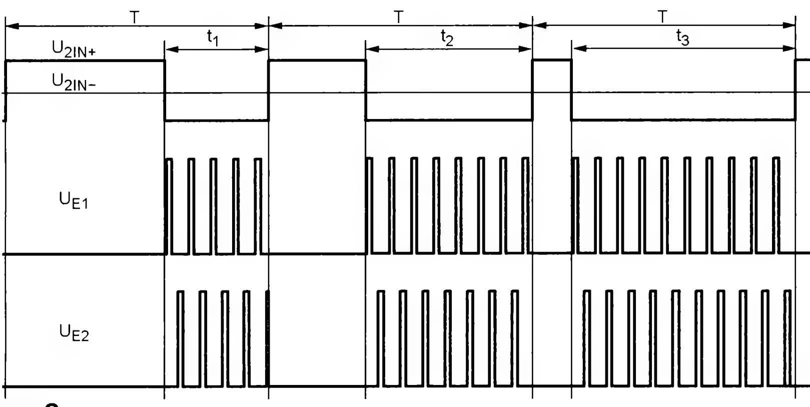


Рис. 2

подать на один из его входов, в данном случае IN+, от внешнего источника, например микроконтроллера, импульсный сигнал программируемой скважности, а на второй (IN–) — постоянное напряжение, значение которого лежит между низким и высоким уровнями импульсов.

Усилитель станет работать как компаратор, а сигналы на выходах микросхемы TL594ID E1 и E2 станут повторять внешние импульсы, заполненные внутренними высокочастотными импульсами. Изменение скважности внешних импульсов приведёт к изменению среднего числа импульсов, пропускаемых на выходы TL594ID в единицу времени, как показано на **рис. 2** для случая использования регулирования усилителя рассогласования № 2 (что и сделано в рассматриваемом блоке). Реализуется метод числоимпульсного управления напряжением источника питания.

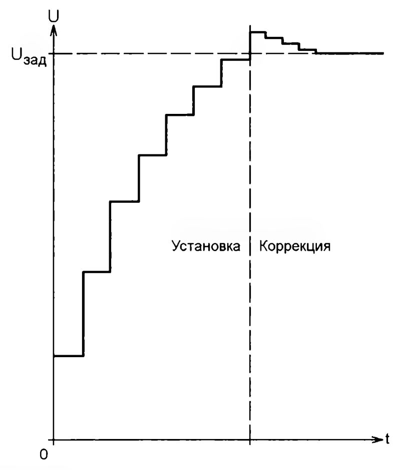


Рис. 3

Достоинства этого метода — отсутствие дополнительных элементов (в предыдущем случае требовался ЦПР) и возможность достичь очень мелкого шага регулирования. К примеру, при формировании управляющих импульсов 16-разрядным таймером микроконтроллера может быть получен такой же шаг, как с помощью 65536-шагового ЦПР.

Регулировочные характеристики обоих методов идентичны. Однако при скважности внешнего управляющего сигнала более 8,5...9 при числоимпульсном регулировании начинается область нестабильной работы источника питания. Недопустимо растёт уровень пульсаций выходного напряжения из-за больших пауз между пачками импульсов на выходах микросхемы TL594ID, алгоритм стабилизации перестаёт работать должным образом.

Поэтому метод числоимпульсного регулирования, несмотря на простоту реализации и высокую точность регулирования, тоже не может самостоятельно использоваться для точного регулирования напряжения. Выход из такой ситуации — использование обоих описанных выше методов, что и реализовано в предлагаемом зарядном устройстве.

На вход DTC микросхемы A1.DA3 подаётся напряжение с "движка" 64-шагового ЦПР MCP4021-502E/SN (A1.DA4), с помощью которого выполняется грубая установка напряжения. Микроконтроллер блока A2 управляет ЦПР через изолятор интерфейса ADuM1300ARW (A1.U2), используя два из трёх каналов последнего.

На неинвертирующий вход 2IN+ усилителя сигнала рассогласования второго канала микросхемы A1.DA3 через третий канал изолятора A1.U2 поступает управляющий импульсный сигнал, скважность которого изменяется с девятиразрядной точностью (512 возможных состояний). Первоначально она установлена равной 2, что соответствует середине интервала регулирования.

Процесс получения требуемого значения напряжения проиллюстрирован графиком на **рис. 3**. Он состоит из двух этапов: установки и коррекции. На этапе установки напряжение на выходе источника питания увеличивается путём перемещения "движка" ЦПР, пока оно не превысит заданный уровень. Затем начинается этап коррекции, в ходе которого микроконтроллер, изменяя в небольших пределах скважность импульсов на входе 2IN+, приводит напряжение к требуемому значению.

Типовое значение точности установки напряжения при токе нагрузки 0,3 А —

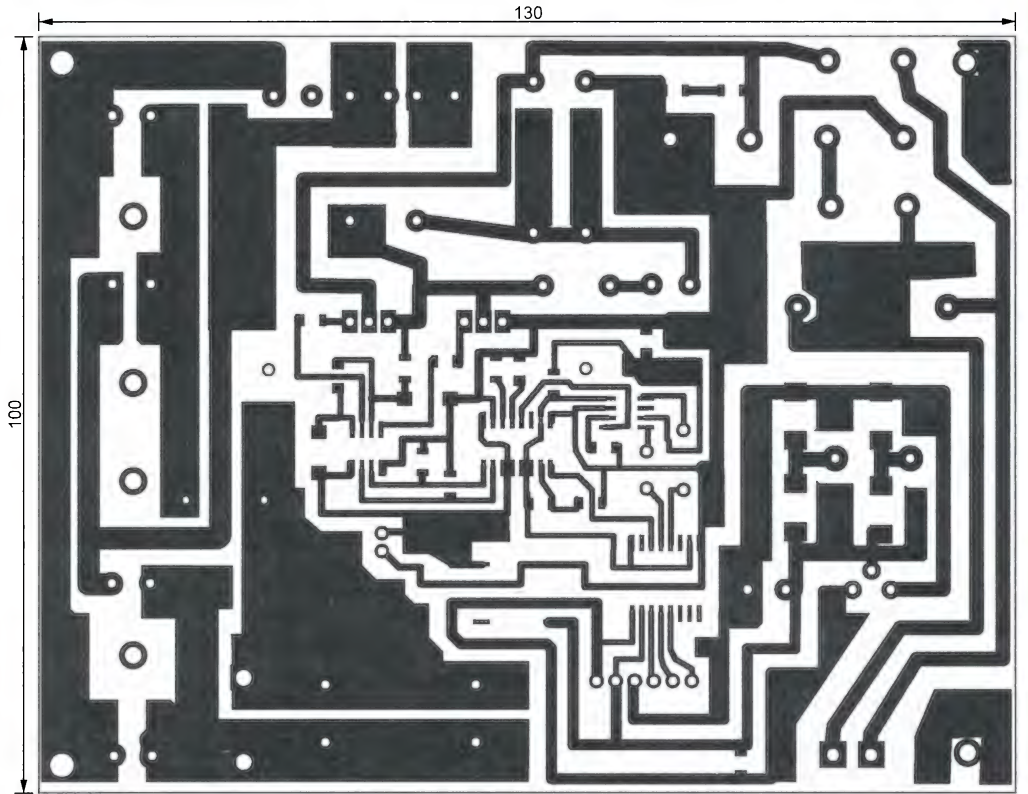
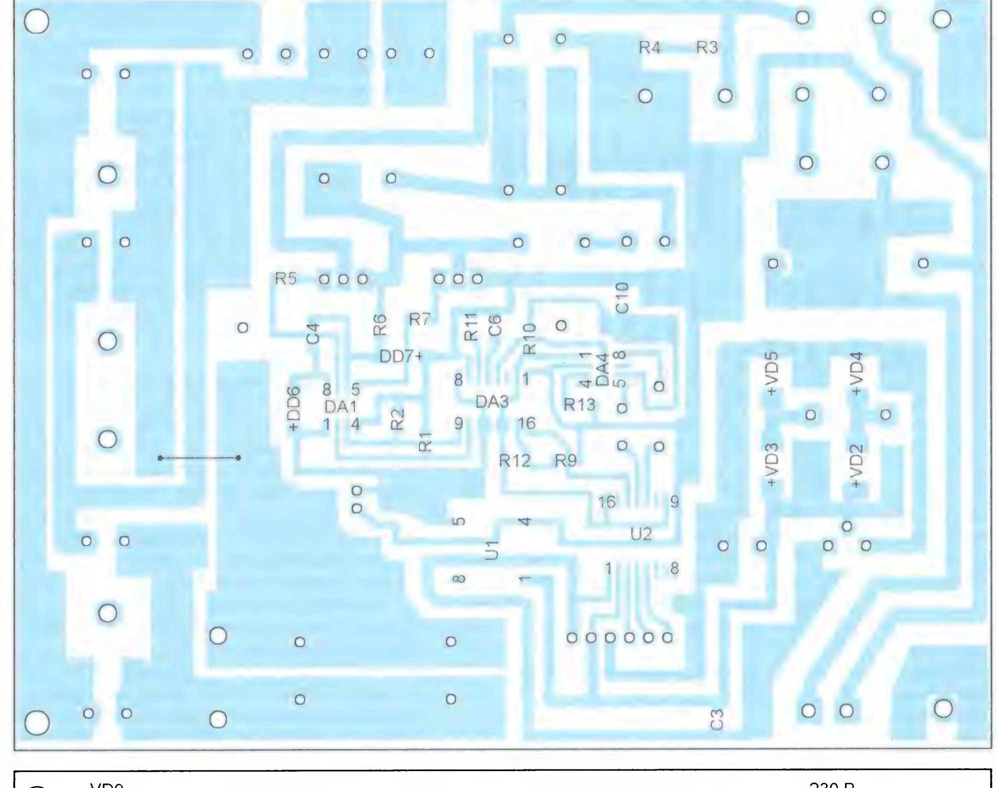


Рис. 4

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



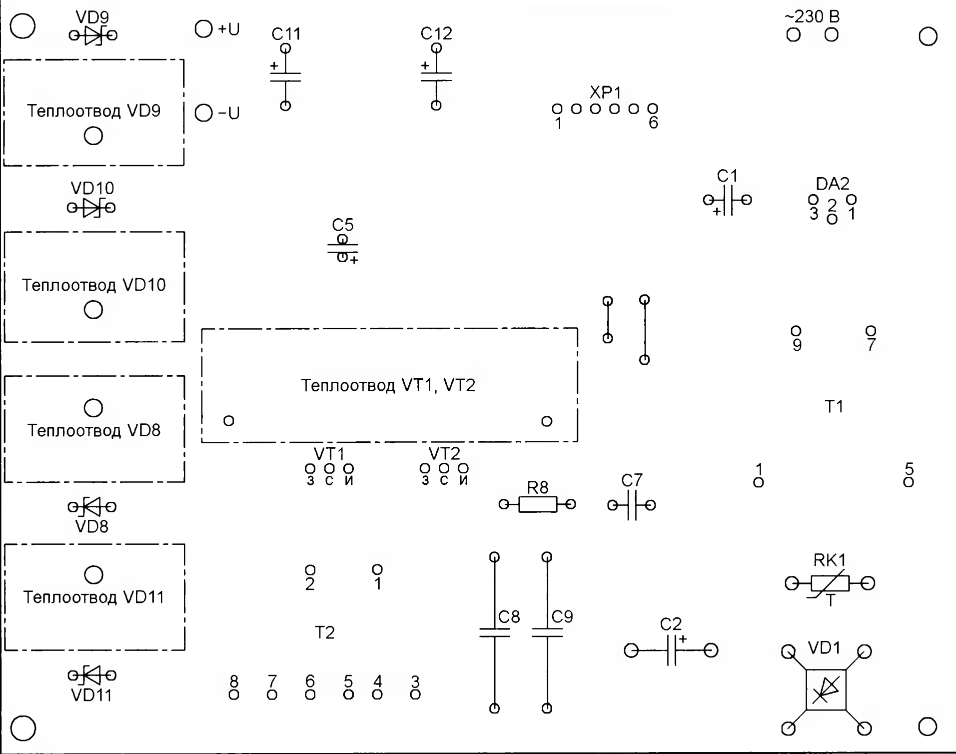


Рис. 5

±0,02...0,04 В, что более чем достаточно. Для выключения основного источника питания достаточно подать на вход 2IN+ микросхемы A1.DA3 вместо импульсного управляющего сигнала постоянный логически высокий уровень напряжения.

Вспомогательный источник питания малой мощности (1,5 Вт) состоит из понижающего трансформатора A1.T1, диодного моста A1.VD2—A1.VD5, конденсаторов A1.C1, A1.C3 и интегрального стабилизатора напряжения A1.DA2. Он предназначен для выработки нестабилизированного напряжения +8...11 В и стабилизированного +5 В, изолированных от находящейся под сетевым напряжением части основного источника питания. Напряжение +5 В используется для питания изолированной части изолятора интерфейса A1.U2 и преобразователя постоянного напряжения в постоянное A1.U1, который формирует изолированное от вспомогательного источника напряжение питания +12 В для микросхем A1.DA1 и A1.DA3. Кроме того, выходные напряжения этого источника питают элементы блока A2.

Чертёж печатных проводников платы A1 представлен на **рис. 4**, а расположение деталей на ней — на **рис. 5**. Диоды A1.VD8—A1.VD11 снабжены индивидуальными ребристыми теплоотводами, имеющими площадь теплоотводящей поверхности около 40 см^2 каждый. Транзисторы A1.VT1, A1.VT2 установлены на общем ребристом теплоотводе с площадью теплоотводящей поверхности 130 см^2. Плата закреплена в корпусе зарядного устройства так, что находящиеся на ней теплоотводы обдувает вентилятор, нагнетающий воздух в корпус.

A1.RK1—терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления и максимальным током 3 А. Конденсаторы A1.C7— A1.C9 — плёночные.

Трансформатор A1.T1 — BVEI 322 2020 мощностью 1,5 В·А и с напряжением вторичной обмотки 6 В (под нагрузкой 250 мА). Трансформатор A1.T2 — силовой мощностью 230 Вт от блока питания ATX PM-230 фирмы MaxUs. У него удалены семь витков обмотки I (первичной). Для такой переделки трансформатор не требуется разбирать, достаточно снять слой изолирующей ленты, которой покрыта катушка трансформатора, и отмотать семь витков наружного слоя обмотки, после чего восстановить изоляцию.

Блок A2 реализует все необходимые алгоритмы работы зарядного устройства во всех его режимах, формирует сигналы управления работой остальных частей устройства и отображает на индикаторе информацию о ходе исполняемого алгоритма.

Схема блока изображена на **рис. 6**. Его ядро — микроконтроллер ATxmega256A3U-AU (A2.DD1). На первый взгляд применение здесь столь высокопроизводительного микроконтрол-

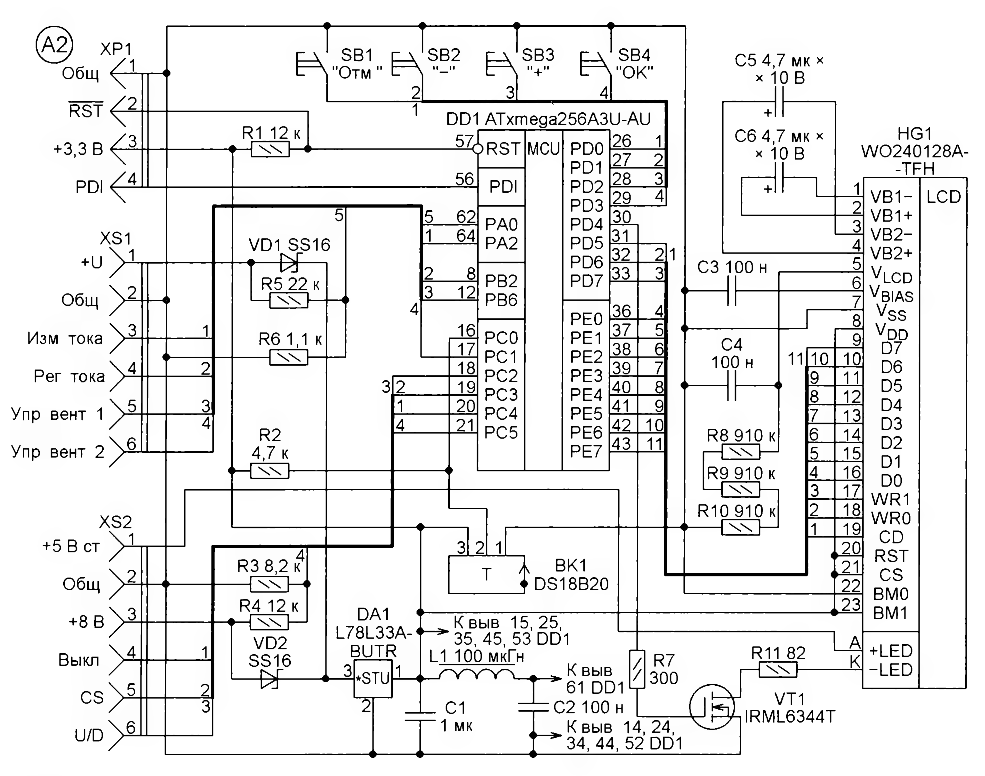


Рис. 6

лера экономически не оправдано — управление зарядкой аккумуляторной батареи не использует больших вычислительных ресурсов. Программы, реализующие рабочие алгоритмы зарядного устройства, не требуют высокой скорости работы процессора и больших объёмов памяти программ и данных. В принципе, они могут быть реализованы на микроконтроллерах семейства ATmega, имеющих 14...18 Кбайт памяти программ, встроенные модули часов реального времени и как минимум 40-выводный корпус. Последнее диктуется необходимостью иметь достаточно большое число линий ввода—вывода для связи с периферией.

Этим требованиям вполне соответствует микроконтроллер ATmega32, который на 15...25 % дешевле, чем ATxmega256A3U. Однако для управления эквивалентом нагрузки нужен цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). В микроконтроллерах семейства ATxmegaA3 встроенный ЦАП есть, а с ATmega32 придётся использовать отдельную микросхему. Поэтому по сравнению с комплектом из ATmega32 и внешнего ЦАП применение ATxmega 256A3U следует признать выгодным и экономически, и технологически — значительно проще разместить на печатной плате одну микросхему, чем две.

Микроконтроллер A2.DD1 тактируется от встроенного RC-генератора на частоте 32 МГц, а его система реального времени — от встроенного микромощного генератора, работающего на частоте 32768 Гц. Часы реального времени требуются для учёта количества электричества полученного или отданного аккумуляторной батареей в режимах зарядки и разрядки.

Для отображения информации о работе зарядного устройства в блоке A2 установлен графический ЖКИ WO240128A-TFH (A2.HG1). Значительные ресурсы применённого микроконтроллера позволяют отображать на этом ЖКИ информацию тремя различными по размеру шрифтами с учётом её важности, выводить большое число информационных сообщений, одним словом, делают работу пользователя максимально комфортной.

Основную долю потребляемой блоком A2 энергии (более 90 %) расходует подсветка индикатора. Ввиду этого реализовано программное управление подсветкой с помощью ключа на транзисторе A2.VT1. Чтобы уменьшить потребление, подсветка в необходимых случаях может быть отключена, а для привлечения внимания оператора переведена в мигающий режим.

Управляют работой зарядного устройства с помощью четырёх кнопок: A2.SB1 "Отмена", A2.SB2 "–", A2.SB3 "+", A2.SB4 "ОК". Они подключены к линиям PD0—PD3 микроконтроллера.

Для измерения напряжения основного источника питания, а также подключённой к зарядному устройству аккумуляторной батареи использован нулевой канал АЦП порта A микроконтроллера (его вход — линия PA0). Измеряемое напряжение +U поступает с разъёма A3.XP1 и через делитель A2.R5, A2.R6 подаётся на вход АЦП. Значение зарядного тока, а в режиме источника питания — тока его нагрузки микроконтроллер определяет замером первым каналом АЦП порта A микроконтроллера (вход — линия PA2) падения напряжения на находящемся в блоке A3 резистивном датчике тока.

Микроконтроллер управляет основным источником питания, формируя и передавая в блок A1 сигналы управления перемещения движка ЦПР и коррекции напряжения/выключения источника. Управление вентиляторами происходит по линиям PB6 и PC1 микроконтроллера. Электронные ключи, управляющие подачей питания на вентиляторы, находятся в блоке A3.

Линия PC0 использована как информационная интерфейса 1-Wire, по которому микроконтроллер связан с датчиком температуры BK1.

Питаются микроконтроллер и индикатор (кроме цепи его подсветки, которую питают напряжением 5 В) напряжением 3,3 В, формируемым интегральным стабилизатором напряжения L78L33ABUTR (A2.DA1). На вход стабилизатора поступает через диод A2.VD1 напряжение +U с выхода основного источника либо в его отсутствие — через диод A2.VD2 напряжение +8 В от вспомогательного источника. Это обеспечивает работоспособность блока A2 при выключенном программно основном источнике питания и не подключённой к зарядному устройству аккумуляторной батарее.

Если батарея подключена, то при пропадании сетевого напряжения в цепи +U сохраняется напряжение, поступающее от батареи, и работоспособность блока A2 не нарушается. Гаснет лишь подсветка индикатора, а в правом верхнем углу экрана выводится мигающая надпись "!СЕТЬ!". В таком состоянии зарядное устройство потребляет от присоединённой к нему аккумуляторной батареи ток всего 5 мА. Микроконтроллер запоминает состояние алгоритма зарядки на момент отключения сетевого напряжения, а с его включением возобновляет зарядку с учётом уже выполненной её части.

Программа микроконтроллера следит за наличием напряжения в сети, анализируя логический уровень напряжения на входе PC5 микроконтроллера. Если напряжение в сети есть, уровень поступающего на этот вход напряжения с делителя A2.R4, A2.R3 высокий, а если нет, — низкий.

Чертёж печатной платы блока A2 представлен на **рис. 7**, а расположение элементов на ней — на **рис. 8**. Индикатор A2.HG1 приклеивают к свободной от печатных проводников стороне платы, как показано на рис. 8. При этом выводы индикатора должны оказаться напротив предназначенных для них контактных площадок, находящихся на стороне печатных проводников. Гибкие выводы 1—23 изгибают и припаивают к соответствующим площадкам. Жёсткие выводы A и K припаивают, не изгибая. Кнопки A2.SB1—A2.SB4 — тактовые DTS-644.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015

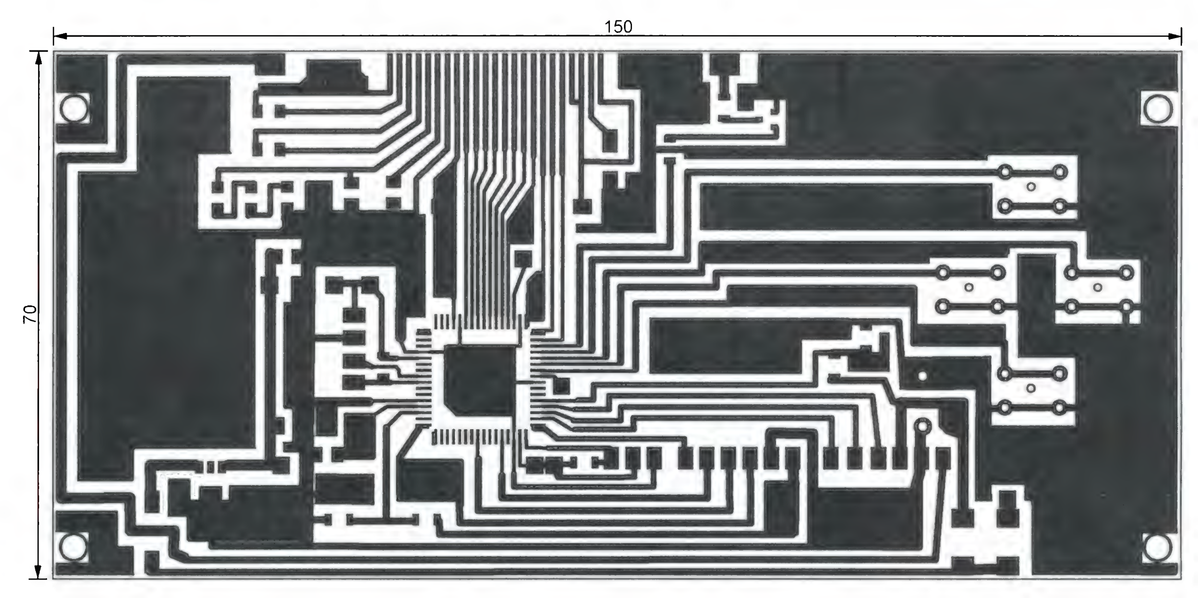
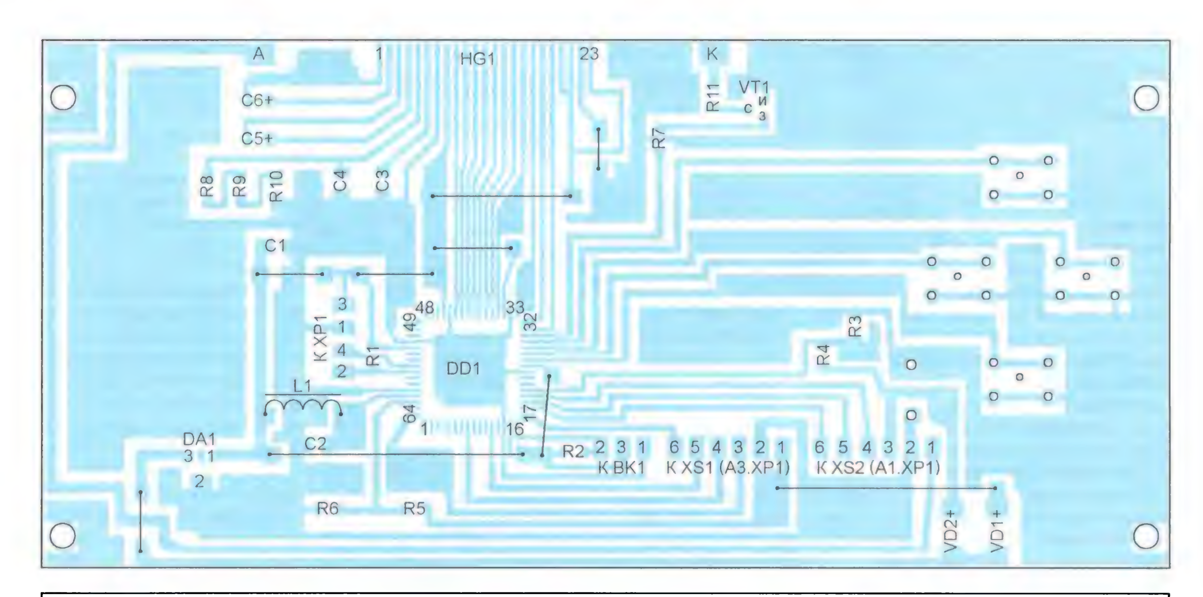

150
70

Рис. 7


A
1
HG1
23
K
C6+
C5+
R11
VT1
с и з
R7
R8
R9
R10
C4
C3
C1
3
1
4
2
K XP1
R1
48
49
33
32
DD1
L1
64
1
16
17
DA1
3 1
2
C2
R2
2 3 1
К ВК1
6 5 4 3 2 1
К XS1 (А3.XP1)
6 5 4 3 2 1
К XS2 (А1.XP1)
R3
R4
R6
R5
VD2+
VD1+


HG1
SB1
SB2
SB3
SB4

Рис. 8

Так как бóльшая часть свободной поверхности платы занята индикатором, пришлось отказаться от установки на ней разъёмов. Вместо них предусмотрены группы контактных площадок, к которым припаивают провода идущих к разъёмам плоских кабелей. Один из этих кабелей идёт к не показанному на схеме разъёму для подключения датчика температуры ВК1. Сам датчик располагают в отдельном выносном корпусе, основное требование к которому — надёжный тепловой контакт датчика с заряжаемой аккумуляторной батареей.

Блок А3 содержит эквивалент нагрузки для предварительной разрядки аккумуляторной батареи, а также электронные ключи для управления двумя внутренними вентиляторами зарядного устройства. Схема блока приведена на **рис. 9**.

Эквивалент нагрузки собран по схеме источника тока управляемого напряжением (ИТУН), описанной в [1]. От оригинала он отличается способом формирования управляющего напряжения, подаваемого на неинвертирующий вход ОУ А3.DA2. В рассматриваемом устройстве его задают программно с помощью встроенного ЦАП микроконтроллера А2.DD1, выходом которого служит линия PB2.

Из логики работы узла следует, что до тех пор, пока ОУ А3.DA2 работает в линейном режиме, выполняется равенство

$$I_c \cdot R_ш = U_{упр},$$

где I_c — ток стока транзистора А3.VT3 (ток разрядки аккумуляторной батареи); $R_ш$ — общее сопротивление соединённых параллельно резисторов А3.R8—А3.R17, равное 0,1 Ом; $U_{упр}$ — управляющее напряжение на неинвертирующем входе ОУ А3.DA2. Отсюда следует, что

$$I_c = 10 \cdot U_{упр}.$$

ЦАП микроконтроллера формирует управляющее напряжение, лежащее в интервале 0...1 В, следовательно, эквивалент разряжает батарею током 0...10 А.

Определённый недостаток этого решения — даже при нулевом входном коде ЦАП на неинвертирующий вход ОУ поступает небольшое напряжение (5...7 мВ), что вызывает протекание через эквивалент тока 50...70 мА. Следовательно, оставленная подключённой к зарядному устройству аккумуляторная батарея будет до окончания зарядки непрерывно разряжаться этим током.

Для борьбы с этим явлением в качестве А3.DA2 применён ОУ с входом выбора кристалла ($\overline{CS}$). Высокий логический уровень напряжения на этом входе переводит выход ОУ в высокоимпедансное состояние, и регулирующий транзистор А3.VT3 гарантированно закрывается нулевым потенциалом, поступающим на его затвор через резистор А3.R5. Управляет уровнем напряжения на входе $\overline{CS}$ сигнал управления вентилятором 2, который охлаждает теплоотвод транзистора А3.VT3.

Таким образом, для включения эквивалента нагрузки требуется записать в регистр ЦАП микроконтроллера код значения тока нагрузки и включить вентилятор 2. Кроме исключения паразитного тока, это ещё и повышает безопасность — случайный обрыв в цепи подачи сигнала включения вентилятора 2 или сбой его формирования программой автоматически вызовет отключение тока нагрузки.

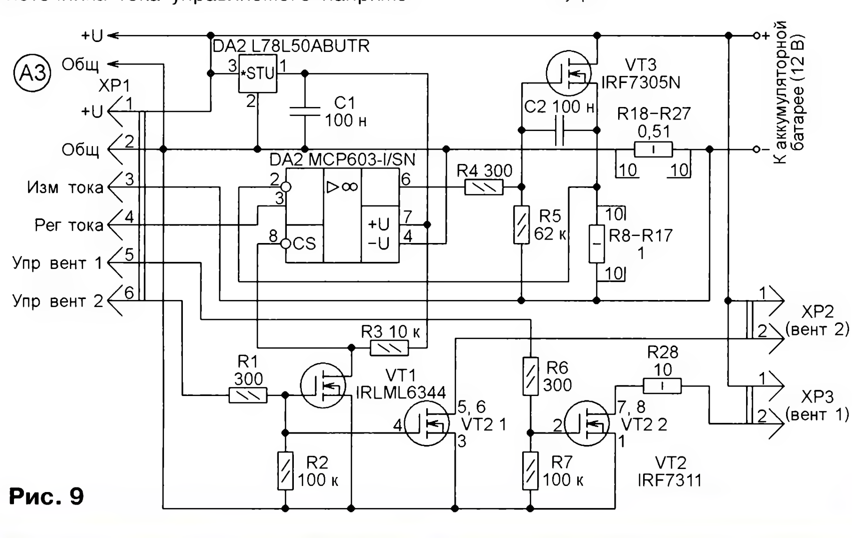


Рис. 9

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2005, № 1, с. 35.

(Окончание следует)

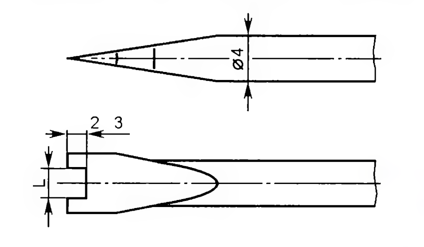
ОБМЕН ОПЫТОМ

Демонтаж SMD-элементов

С. ГЛИБИН, г. Москва

При демонтаже с печатных плат поверхностно-монтируемых элементов (чаще всего это резисторы и конденсаторы) я применяю паяльник мощностью 25 Вт с жалом, заточенным, как показано на **рисунке**. Чтобы не дорабатывать штатный паяльный стержень, использую самодельный, изготовленный из медного прутка диаметром 4 мм. Конец стержня расплющиваю молотком для придания формы "лопаточки", а затем обрабатываю напильником до нужных размеров и формы, пропиливаю надфилем паз и облуживаю готовое жало (стержень легче поддастся ковке, если предварительно его нагреть в пламени газовой плиты). Ширина паза L зависит от размера демонтируемых элементов: например, для резисторов и конденсаторов типоразмера 1206 (максимальная длина — 3,2 мм) L = 3,3...3,4 мм, а типоразмера 0805 (длина — 2 мм) — 2,1...2,2 мм.

Процесс демонтажа таким жалом-вилкой прост: прогрев паяльник, накладываю жало зубьями на места



пайки по концам элемента, и после расплавления припоя он оказывается между ними. Дальнейшее зависит от того, для чего демонтируется элемент: при разборке какого-либо изделия на детали, когда очищенная от них плата отправляется на выброс, увожу элемент с места пайки в сторону и лёгким встряхиванием паяльника быстро освобождаю его из вилки. Если же речь идёт о замене элемента при налаживании или ремонте устройства, то его лучше предварительно захватить поперёк пинцетом с узкими губками, а после расплавления припоя извлечь из вилки и посадочного места, аккуратно приподняв пинцетом, чтобы не повредить печатные проводники или рядом расположенные элементы.

Температуру жала можно регулировать, изменяя длину стержня, выступающую из нагревательного элемента паяльника.

Регулировка и стабилизация частоты вращения двигателя постоянного тока

В. ХИЦЕНКО, Т. ЯКОВЛЕВ, г. Санкт-Петербург

Описано несложное устройство, позволяющее регулировать частоту вращения вала двигателя постоянного тока и поддерживать её установленное значение при изменении механической нагрузки на вал.

При разработке физического прибора потребовалось изготовить низкоскоростной привод вращения платформы, несущей различные датчики и другое оборудование. Необходимы были возможность оперативной регулировки частоты вращения и её стабилизация при изменении механической нагрузки.

Первый вариант привода состоял из малогабаритного электродвигателя постоянного тока серии ДПМ с редуктором из однозаходного стального червяка и текстолитового зубчатого колеса. Датчиком частоты вращения служил насаженный на вал двигателя диск с прорезями, входившими в зазор открытой оптопары. Сигнал оптопары поступал на узел стабилизации, состоящий из генератора образцовой частоты, частотного дискриминатора и прочих необходимых элементов. Устройство отлично "держало" назначенную частоту вращения, не реагируя на внешние возмущения.

Но выявился крупный недостаток, о котором разработчики и не догадывались в начале работы. Привод сильно шумел. Шум шариковых подшипников двигателя, червячной пары передавался на закреплённые на платформе датчики и почти полностью "убивал" полезные сигналы. Попытки амортизировать привод не привели к успеху, так как при изменении момента сопротивления платформы вращению механизм раскачивался и равномерность вращения терялась.

Выход был найден в использовании привода программирующих колёс от видеомагнитофона (**рис. 1**). Вал установленного в нём двигателя вращается в подшипниках скольжения, а червячная пара выполнена из материала, подобного капролону. Передаточное число механизма — 123, работает он практически бесшумно.

Поскольку установить диск с прорезями в этом механизме оказалось очень сложно, пришлось изыскивать иной способ стабилизации частоты вращения. Была сделана попытка использовать узел стабилизатора частоты вращения двигателя от кассетного магнитофона. Однако этот узел хорошо стабилизировал только одно значение этой частоты. При попытке установить иное стабильность нарушалась. После долгого и бесполезного поиска приемлемого решения в литературе пришлось разрабатывать узел стабилизации самостоятельно.

Как известно, напряжение на выводах якоря двигателя постоянного тока складывается из падения напряжения на активном сопротивлении обмоток якоря и противоЭДС, прямо пропорциональной частоте вращения якоря. Эта ЭДС может служить мерилом частоты вращения. Но для этого нужно отделить её от падения напряжения на омическом сопротивлении обмотки.

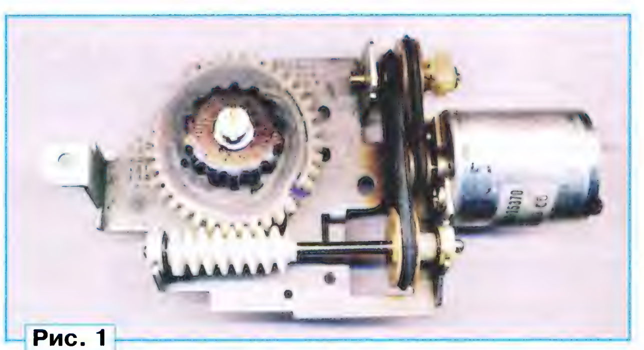


Рис. 1

Поставленная задача решается достаточно просто. В разработанном устройстве, схема которого изображена на **рис. 2**, последовательно с якорем двигателя M1 включён резистор R1, сопротивление которого в точности равно активному сопротивлению якоря. Если из напряжения на якоре вычесть падение напряжения на этом резисторе, получим напряжение, пропорциональное частоте вращения якоря. Операцию вычитания выполняет узел на ОУ DA2.1. Это напряжение поступает на один из входов усилителя сигнала рассогласования на ОУ DA2.2, на другой вход которого подано образцовое напряжение, соответствующее желаемой частоте вращения. ОУ управляет транзистором VT1, регулирующим напряжение питания двигателя M1.

Для лучшего понимания процесса регулирования рассмотрим упрощённую схему устройства, изображённую на **рис. 3**. Из неё понятно, что активное сопротивление якоря r и резисторы R1—R3 образуют измерительный мост, в диагональ которого включены входы ОУ DA2.1. Напряжение на выходе моста равно

$$U_{вых} = \frac{U_1 \cdot (r \cdot R2 - R1 \cdot R3) + E \cdot R1 \cdot (R2 + R3)}{R2 \cdot (r + R1)}.$$

При точном выполнении равенства

$$\frac{r}{R3} = \frac{R1}{R2}$$

мост сбалансирован относительно напряжения питания двигателя U_1, благодаря чему напряжение $U_{вых}$ зависит только от противоЭДС якоря E, т. е. от частоты его вращения. Изменение питающего напряжения U_1 не разбалансирует мост, но вызывает изменение тока через двигатель, что приводит к изменению частоты его вращения и, соответственно, противоЭДС.

Рис. 2

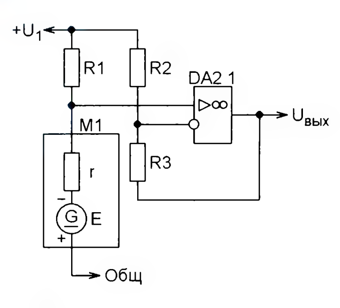


Рис. 3

Описанные в [1, 2] устройства, использующие противоЭДС для стабилизации или регулирования частоты вращения двигателя либо хорошо поддерживают только одно установленное значение, либо, допуская регулировку частоты в широких пределах, не стабилизируют её при изменении нагрузки. Разработанное устройство отличается сочетанием обоих факторов — сохраняет произвольно установленную частоту вращения при изменении момента нагрузки.

Резистор R1 должен быть рассчитан на рассеивание мощности, равной максимальной мощности двигателя. Необходимую частоту вращения устанавливают подстроечным резистором R5. Увеличение или уменьшение частоты вращения под нагрузкой свидетельствует о неточной балансировке моста. Её нужно добиться подборкой резисторов R1—R3.

Конденсатор C1 и резистор R6 предотвращают высокочастотную генерацию.

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015

Транзистор VT1 и интегральный стабилизатор напряжения 7812 размещены на небольшом теплоотводе. Теоретически устройство нечувствительно к колебаниям напряжения питания, но напряжение на подстроечном резисторе R5, задающем частоту вращения, должно быть стабилизировано. По этой причине в устройстве применён интегральный стабилизатор напряжения DA1. Кроме того, встроенная в этот стабилизатор защита по току предохраняет двигатель и транзистор VT1 от повреждения при случайном заклинивании механизма.

При испытаниях устройства выяснилось, что основное влияние на стабильность частоты вращения оказывают температурные изменения сопротивления обмотки двигателя, выполненной из медного провода, тогда как резистор R1 изготовлен из манганина. Вводить различного рода термокомпенсирующие цепи было сочтено излишним, так как обеспечить равенство температуры резистора и обмотки двигателя не представляется возможным из-за разных условий отвода от них тепла.

И наконец, испытания готового устройства неожиданно выявили, что частота вращения приборной платформы под нагрузкой падает на 5...10 %. Оказалось, что виновато проскальзывание двух резиновых пассиков, соединяющих вал двигателя с червячным редуктором. Тщательной промывкой шкивов и пассиков, промывкой и смазкой всех подшипников скольжения указанный недостаток был устранён.

В результате достигнут коэффициент стабильности лучше 0,5 % при изменении нагрузки на выходном валу редуктора в пределах от 0 до 20 Н·см, что вполне удовлетворило предъявляемым требованиям.

Несомненное достоинство предложенного решения — его простота по сравнению с устройствами аналогичной точности. Недостаток — почти двукратный перерасход мощности, рассеиваемой на дополнительном резисторе.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Шевченко В. И.** и др. Кассетные магнитофоны (библиотека "Телевизионный и радиоприём. Звукотехника", вып. 90). — М.: Связь, 1977.

2. **Леоненко П.** Стабилизатор частоты вращения. — Радио, 1988, № 7, с. 32.

Импульсный искатель места повреждения линии связи

А. ПИЧУГОВ, рп Варгаши Курганской обл.

Принцип действия предлагаемого устройства схож с используемым в импульсных радиолокаторах. В проверяемую линию (кабельную или воздушную) подают короткий зондирующий импульс напряжения. Распространяясь по линии, он достигает места её неоднородности (неисправности), отражается от него и возвращается обратно. Измерив задержку между зондирующим и отражённым импульсами и зная скорость распространения электромагнитной волны в линии, нетрудно определить расстояние от прибора до места неисправности.

Сегодня множество линий связи имеют значительную длину и проложены по крышам зданий, замурованы в стены или закопаны в землю. Поэтому доступ к ним для ремонта, если место неисправности точно неизвестно, очень затруднён. Однако существуют приборы, позволяющие точно определить расстояние от начала кабеля до недоступного пока места повреждения. Зная это расстояние, можно найти нужное место, произвести здесь раскопки и отремонтировать кабель.

К таким устройствам относится и то, что предлагается в этой статье.

Основные технические характеристики

Разрешение экрана индикатора, пкс . . . . .128×64
Длительность зондирующего импульса, мкс 0,25
Скорость развёртки, мкс/пкс 0,17
Напряжение питания, В 5
Потребляемый ток, мА 115
Габариты, мм . . . . .80×62×30
Масса, г 110
Максимальная длина проверяемого кабеля, м 2500

Схема устройства изображена на **рис. 1**. Сформированный микроконтроллером DD1 PIC18F4550-I/P [1, 2] на выходе RA5 зондирующий импульс поступает через конденсатор C1 в проверяемую линию и распространяется по ней. Если этот импульс встречает на своём пути обрыв или замыкание между проводами кабеля, он отражается от этого места, приходит по линии обратно и поступает на делитель напряжения из резисторов R1 и R2. Далее через конденсатор C2 и резистор R4 сигнал поступает на вход АЦП микросхемы видеоинтерфейса DA1 TDA8708A, где преобразуется в цифровой код.

Оцифрованные значения сохраняются в оперативной памяти микроконтроллера DD1, а затем отображаются на графическом ЖКИ HG1 (MT-12864J-2FLA) [3] в виде осциллограммы. Переменным резистором R5 смещают линию развёртки по вертикали.

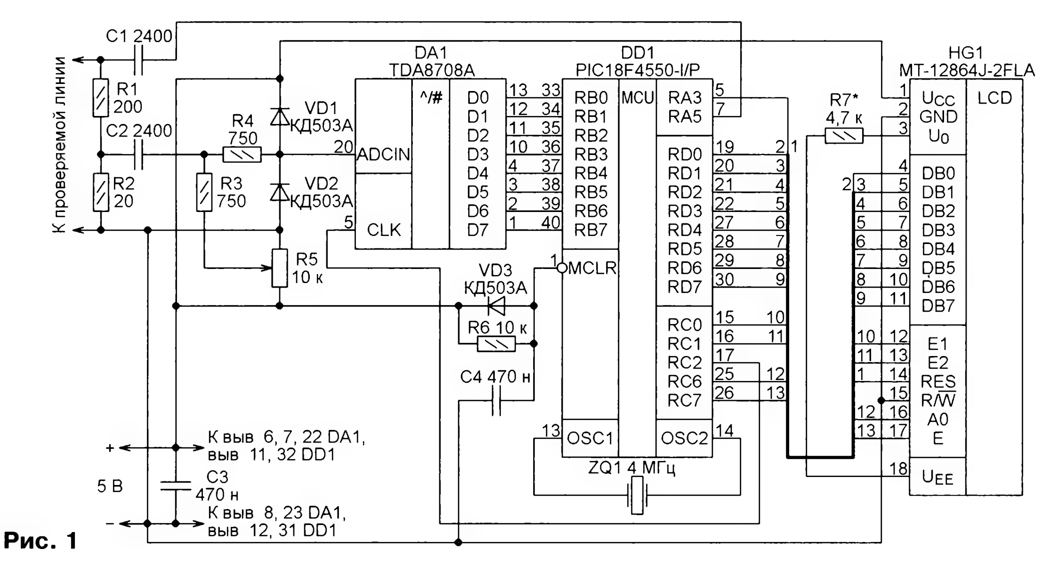


Рис. 1

Рис. 2

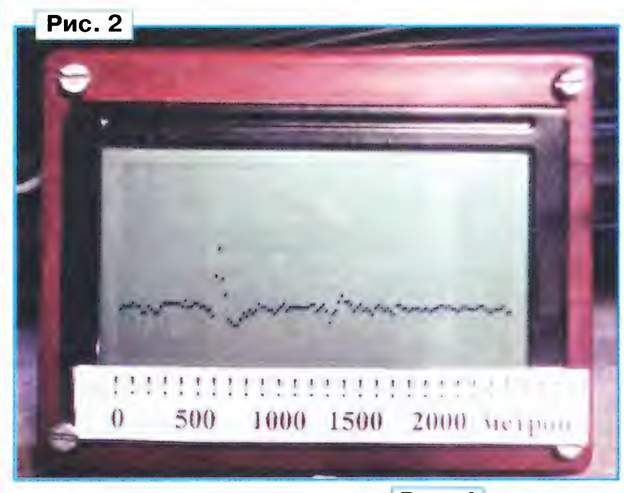


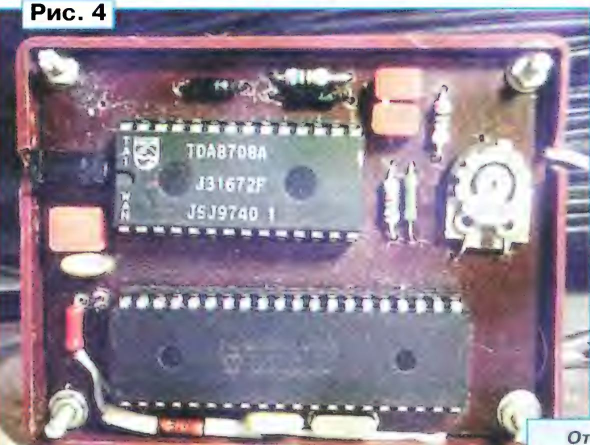
Рис. 3

0 500 1000 1500 2000 метров

Чем с большего расстояния возвратился отражённый импульс, тем дальше от начала развёртки находится его изображение на экране. Чтобы проградуировать шкалу дальности, достаточно подключить к прибору отрезок заведомо исправного кабеля известной длины и наблюдать отражение от его противоположного конца. Учтите, что этот кабель должен быть однотипным с проверяемым, поскольку скорость распространения электромагнитных волн в кабелях разного типа заметно различается.

На **рис. 2** виден обрыв кабеля на расстоянии 600 м. Если неисправность — замыкание проводов кабеля, то отражённый от неё импульс имеет противоположную полярность (**рис. 3**).

Рис. 4



Монтажная плата прибора изображена на **рис. 4**.

ЛИТЕРАТУРА

1. PIC18F2455/2550/4455/4550 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology/. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf** (28.12.14).

2. **Яценков В. С.** Микроконтроллеры Microchip с аппаратной поддержкой USB. — М.: Горячая линия—Телеком, 2008.

3. Жидкокристаллический модуль MT-12864J. — URL: **http://www.melt.com.ru/files/file2150172.5.pdf** (28.12.14).

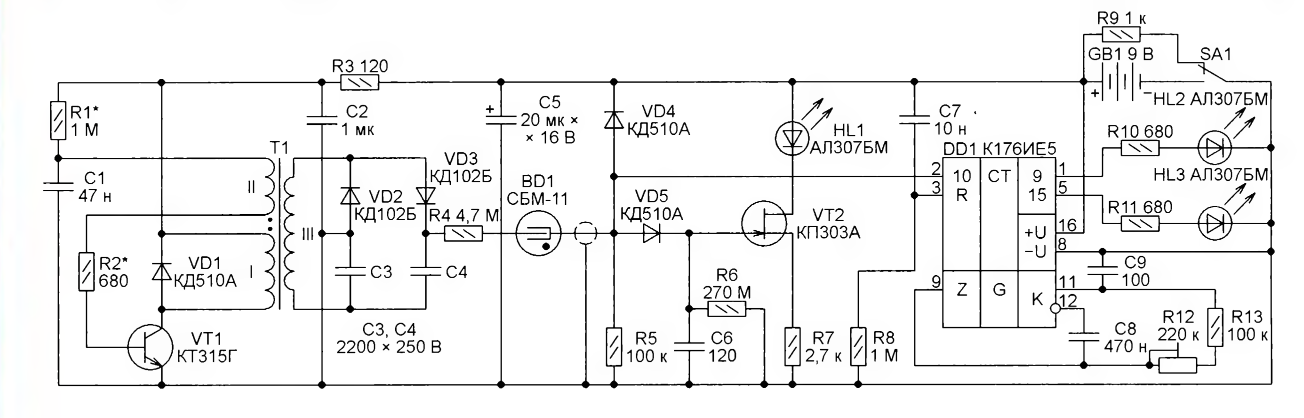
От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/lokator.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Индикатор радиоактивности

Г. ЗАКОМОРНЫЙ, г. Тбилиси, Грузия

Описываемый индикатор был разработан из подручных деталей в 1986 г. после Чернобыля. Целью было сделать малогабаритный несложный, но достаточно чувствительный индикатор загрязнения окружающей среды и продуктов питания. Известно, что человек постоянно подвергается радиоактивному облучению, как космическому, так и земному, источники которого — газ радон, выделяющийся из земной коры, различные радиоактивные минералы, находящиеся в почве, строительных материалах, часах и приборах со светящимися стрелками и циферблатами, особенно выпущенные в первой половине прошлого века, когда в них использовался радий. Применяются источники радиоактивного излучения и сегодня, например, в датчиках задымления. Подробно эта проблема изложена в [1].

Многие самодельные индикаторы радиоактивности, например, описанный в [2], позволяют заметить только довольно значительное превышение уровня излучения над естественным фоном, который крайне неравномерен. При малом уровне облучения вспышки светового индикатора или щелчки зву-



кового происходят со случайными интервалами, от долей секунды до единиц и даже десятков секунд. Поэтому при их подсчёте "в уме" трудно не сбиться и недооценить или переоценить опасность наблюдаемого уровня облучения. Для достоверности приходится повторять процедуру несколько раз, точно соблюдая по секундомеру её продолжительность.

Правда, незначительное превышение фона практически безопасно для человека при внешнем воздействии. Однако при попадании радиоактивного вещества внутрь картина резко меняется. Особенно вредны альфа-частицы, излучаемые таким веществом, попавшим, например, в лёгкие с пылью. Они интенсивно разрушают окружающие ткани.

Предлагаемый индикатор способен зафиксировать очень небольшие превышения фона. Он позволил, например, обнаружить радиоактивное загрязнение некоторых образцов чая, сухого травяного сбора и сгущённого молока, которое не удавалось определить, подсчитывая вспышки светодиода.

Схема индикатора приведена на **рисунке**. Он состоит из источника высокого напряжения, датчика радиоактивных частиц (счётчика Гейгера), счётчика импульсов, расширителя импульсов, таймера и индикаторов на светодиодах.

В приборе применён счётчик Гейгера СБТ-11 (BD1), поскольку из всех малогабаритных, имевшихся у меня, только он благодаря тонкой слюде (20...25 мкм), закрывающей чувствительное окно, способен регистрировать частицы с малой энергией.

Источник высокого напряжения для питания счётчика Гейгера собран по схеме блокинг-генератора на транзисторе VT1, импульсном трансформаторе T1 и выпрямителе с удвоением напряжения на диодах VD2, VD3 и конденсаторах C3, C4.

Возникающие в счётчике Гейгера при прохождении через него радиоактивных частиц или квантов гамма-излучения импульсы тока вызывают импульсы напряжения на резисторе R5. Диод VD4 ограничивает амплитуду этих импульсов. Они поступают на вход 10 счётчика DD1, а через диод VD5 — на расширитель импульсов на полевом транзисторе VT2, вызывая хорошо заметные вспышки светодиода HL1. Значительное увеличение средней частоты этих вспышек сигнализирует об опасном уровне радиоактивного излучения.

На микросхеме К176ИЕ5 (DD1) реализованы два узла: счётчик импульсов, формируемых счётчиком Гейгера, и таймер. После включения напряжения питания счётчики микросхемы DD1 устанавливаются в нулевое состояние импульсом, формируемым на её входе R при зарядке конденсатора C7. Затем начинается раздельный подсчёт импульсов, поступающих на вход 10, и импульсов внутреннего генератора микросхемы, частотозадающие элементы которого — конденсаторы C8 и C9 и резисторы R12 (подстроечный) и R13.

Генератор вместе со вторым счётчиком микросхемы DD1 образует таймер, признаком истечения отсчитываемого которым интервала времени служит включение светодиода HL2, соединённого с выходом 9 микросхемы.

Светодиод HL3, соединённый с выходом 15 первого счётчика, включается, когда в этом счётчике накоплено более 128 импульсов счётчика Гейгера. При нормальном фоновом уровне излучения светодиод HL2 должен включиться раньше, чем HL3, а при его превышении — наоборот. Этого добиваются, регулируя подстроечным резистором R12 частоту генератора.

Чем меньше промежуток времени между включением индикатора переключателем SA1 и зажиганием светодиода HL3, тем интенсивнее излучение. При большой его интенсивности светодиод HL3 мигает, причём частота мигания растёт пропорционально интенсивности, а затем вспышки сливаются в непрерывное свечение. Резистор R9 служит для полной разрядки конденсатора C5 при выключенном питании.

Индикатор собран в металлическом корпусе размерами 120×40×30 мм, все детали расположены на монтажной плате. Для установки счётчика Гейгера СБМ-11 предусмотрена обычная панель для семиштырьковой пальчиковой радиолампы. Чувствительное окно счётчика прикрывают откидной защитной крышкой. Выключатель и светодиоды расположены в торце корпуса. Питается индикатор от батареи "Крона", также находящейся внутри его корпуса.

Импульсный трансформатор T1 намотан на кольце типоразмера K17,5×8,2×5 из феррита 2000НМ. Обмотка I — 8 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,3 мм, обмотка II — 3 витка такого же провода, а обмотка III — 250 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм. Обмотку III наматывают на ферритовое кольцо первой. Она должна быть хорошо изолирована (например, фторопластовой лентой) от кольца и от намотанных поверх неё обмоток I и II. Необходимо строго соблюдать указанную на схеме фазировку обмоток I и II. Если блокинг-генератор не возбуждается, следует поменять местами выводы одной из этих обмоток.

Диоды КД510А можно заменить любыми импульсными, например КД522Б. Резистор R6 — КИМ-0,125 или импортный, подстроечный резистор R12 — СП-38а, остальные — МЛТ-0,125. Конденсаторы C3 и C4 — керамические трубчатые КТ-1 группы Н70, C5 —любой оксидный, остальные конденсаторы — керамические или плёночные. Светодиоды, указанные на схеме, можно заменить современными повышенной яркости. Переключатель SA1 — движковый ПД9-1.

Налаживание индикатора сводится к установке высокого напряжения 390 В (допустимые пределы 320...460 В) подбором резисторов R1 и R2 и установке времени измерения подстроечным резистором R12. Измерять высокое напряжение следует вольтметром с высоким входным сопротивлением — 10 МОм и более.

Время измерения должно быть таким, чтобы в отсутствие вблизи прибора каких-либо источников излучения (кроме естественного фона) светодиод HL2 включался чуть раньше, чем HL3. Необходимо учитывать, что фон непостоянен, поэтому эту регулировку придётся производить неоднократно.

В режиме счёта индикатор потребляет ток 0,8...0,9 мА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. Ю. А. Банникова. — М.: Мир, 1990.
2. **Нечаев И.** Индикатор радиоактивности. — Радио, 2014, № 10, с. 35, 36.

Адаптивное устройство управления подогревателем автокресла

С. ЗОРИН, г. Рязань

Каждому автолюбителю хорошо известно, как неприятно садиться зимой в холодное кресло непрогретого автомобиля. Кроме всего прочего, это ещё и вредно для здоровья, так как может спровоцировать ряд серьёзных заболеваний. Для подогрева кресел существуют разнообразные накидки и чехлы, а в престижных моделях автомобилей в креслах обычно есть встроенные подогреватели. Но нужно заметить, что долго сидеть на тёплом кресле тоже вредно. Поэтому более-менее серьёзные подогреватели имеют таймер, который отключает подогрев через некоторое время. Причём это время, как правило, фиксированное или, в лучшем случае, имеет ручную регулировку. А манипуляции с ней во время движения могут привести к дорожно-транспортному происшествию.



Рис. 2

Чтобы автоматизировать установку оптимальной температуры, можно использовать термостатирование кресла. Но здесь возникают трудности с измерением реальной температуры поверхности кресла и проблема, где установить датчик, чтобы не повредить его механически в процессе эксплуатации.

Другой вариант — связать продолжительность работы подогревателя кресла с температурой окружающей среды. Чем она ниже, тем длительнее должен работать подогреватель, а в тёплую погоду включать его вообще не требуется. Зависимость температура-продолжительность работы подогревателя придётся подобрать экспериментально. На **рис. 1** представлена схема устройства, работающего по такому алгоритму. Оно содержит стабилизатор напряжения питания на микросхеме DA1, датчик температуры BK1, микроконтроллер DD1 и мощный ключ на полевом транзисторе VT1 в цепи питания подогревателя EK1.

Питается устройство напряжением 12 В от розетки прикуривателя. Это напряжение поступает на интегральный стабилизатор DA1, и далее стабилизированное напряжение 5 В питает цифровой датчик температуры BK1 и микроконтроллер DD1. После появления напряжения питания микроконтроллер подаёт датчику команду измерить температуру и считывает полученное значение. Если оно ниже $T_н$ (начальной температуры включения), то микроконтроллер на определённое время открывает полевой транзистор VT1, включая этим подогреватель BK1. В рассматриваемом устройстве это время прямо пропорционально разности $T_н$ и температуры окружающей среды T, измеренной датчиком:

$$t = (T_н - T) \cdot k,$$

где t — продолжительность работы подогревателя, с; k — коэффициент пропорциональности, секунда на градус Цельсия.

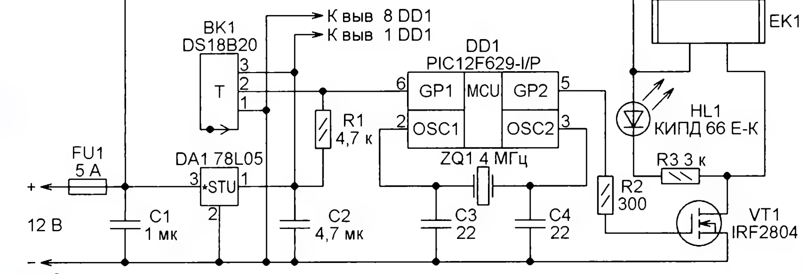


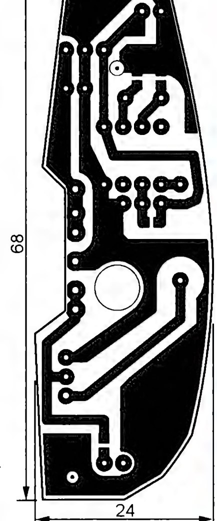
Рис. 1

После выключения подогревателя процесс повторится только после отключения и повторного включения питания устройства.

В большинстве автомобилей иностранного производства при выключении зажигания напряжение с розетки прикуривателя снимается, и отключать от неё устройство подогрева не требуется. В отечественных же автомобилях, где напряжение на розетке прикуривателя не зависит от положения замка зажигания, придётся найти способ подключать устройство подогрева так, чтобы при включении зажигания оно выключалось. В противном случае для повторного запуска устройства придётся каждый раз его выключать на несколько секунд вручную, а затем включать.

В **таблице** приведён фрагмент HEX-файла программы микроконтроллера DD1. Байты, содержащие значения температуры $T_н$, выделены в строках таблицы красным цветом. В данном случае она задана равной +15 °С (0FH). Синим цветом выделен байт, содержащий коэффициент пропорциональности k. Единица его значения соответствует приблизительно 1,1 с/°С.

```
:10003000AB00210E0F392B070F3C031C3128A50004
:10004000A50A1B30AC000130A90005152908A20043
:100050003F200511AC0B252800000000000000A50B77
:100060002128051100003128A009200EF039AB002D
:10007000A109210E0F392B070F3EA5002028AD0145
```



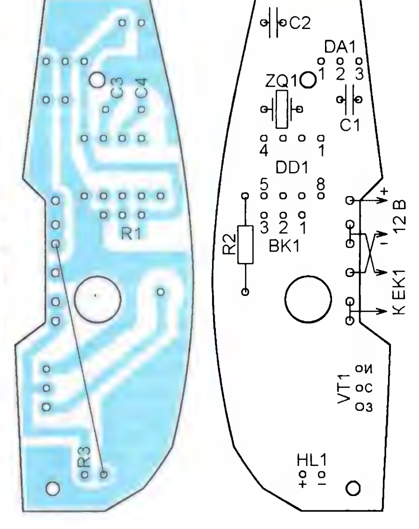


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 4


Рис. 5

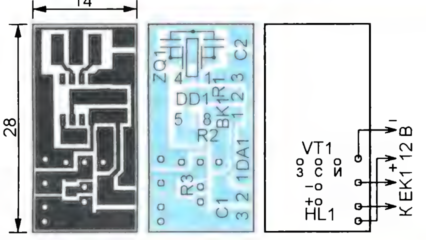
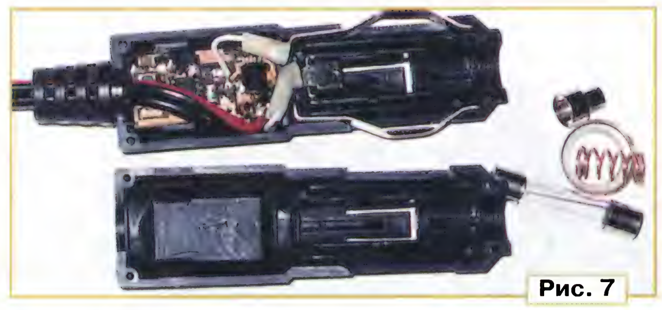


Рис. 6


Рис. 7

Имеющееся число 1ВН соответствует 30 с/°С. Это значит, что при температуре окружающего воздуха +15 °С и выше подогрев вовсе не будет включаться, при температуре +14 °С он включится на 30 с, при температуре +13 °С — на 60 с, при температуре +12 °С — на 90 с и т. д. Изменяя указанные байты, можно подобрать наиболее комфортный режим подогрева.

Внося изменения в HEX-файл, не забывайте вместе со значением байта в строке изменить и её контрольную сумму (последний байт строки). Контрольную сумму следует уменьшить на столько же единиц, на сколько увеличен байт, или наоборот.

Автором были опробованы два конструктивных варианта устройства. В первом была использована накидка с подогревом "ЖАРА" HOT-550GY (**рис. 2**). С её тыльной стороны нужно расстегнуть застёжку-молнию, зафиксированную несколькими стежками ниток. Затем с панели управления аккуратно снять клейкую накладку, извлечь блок управления и удалить из него старую печатную плату.

Чертёж новой печатной платы и размещение элементов на ней показаны на **рис. 3**. Резисторы R1, R3 и конденсаторы C3 и C4 использованы типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Конденсаторы C1 и C2 могут быть керамическими или оксидными. Резистор R2 — любой мощностью 0,125 Вт. Для микроконтроллера на плате должна быть установлена панель. Сопротивление полевого транзистора IRF2804 в открытом состоянии очень мало. Поэтому даже при токе в несколько ампер рассеиваемая им мощность не превысит десятых долей ватта и теплоотвод ему не требуется.

Плата, установленная в корпус блока управления накидкой, изображена на **рис. 4**. Отверстие в передней панели над микроконтроллером увеличено, чтобы легче было вынимать микроконтроллер при необходимости его перепрограммирования (**рис. 5**). По окончании налаживания устройства старую накладку на его переднюю панель наклеивают на своё место.

Во втором варианте используется простейший отечественный подогреватель "Емеля" без каких-либо переделок. Плату устройства подогрева в этом случае изготавливают по чертежам **рис. 6**. Она рассчитана на установку всех резисторов и конденсаторов типоразмеров 0805 и 1206 и микроконтроллера PIC12F629-I/SN в корпусе SO-8. Вместо кварцевого резонатора на 4 МГц использован керамический CSTCC4M00G56/53-R0 на ту же частоту с встроенными в него конденсаторами, заменяющими конденсаторы C3 и C4.

Согласно каталогу фирмы Murata, такие резонаторы выпускают на частоту не более 3,9 МГц. Однако в интернет-магазинах они есть и на частоту 4 МГц. Плату с установленным на ней запрограммированным микроконтроллером встраивают в вилку прикуривателя, как показано на **рис. 7**. В качестве FU1 использована имеющаяся в подогревателе плавкая вставка на 7 А.

В обоих вариантах устройства светодиод КИПД 66 Е-К может быть заменён любым другим подходящего размера, цвета свечения и яркости.

***От редакции**. Чертежи плат в формате Sprint Layout 5.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/a-h-a.zip** на нашем FTP-сервере.*

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015

Доработка устройства "Вежливый свет"

Д. ЗАХАРОВ, г. Прокопьевск Кемеровской обл.

В ходе эксплуатации своего устройства, описание которого было опубликовано ранее в нашем журнале, автором были выявлены некоторые схемотехнические недостатки. Описание доработанного варианта конструкции предлагается вниманию читателей.

В "Радио", 2014, № 7, с. 45 было опубликовано разработанное мной устройство, предназначенное для автоматического включения фар, дневных ходовых огней (ДХО) и других имеющихся источников света в автомобиле, с реализацией функции "вежливый свет", применяемой на некоторых дорогих автомобилях. Владельцы автомобилей, на которые были установлены эти устройства, отметили их безотказность и удобство в работе. В ходе эксплуатации, анализа схемного решения и функциональных возможностей было решено усовершенствовать его работу. Введён дополнительно сигнальный вход, для чего установлены дополнительные маломощные диоды, изменены сопротивления резисторов и конструктивное исполнение.

Схема доработанного варианта устройства приведена на **рис. 1**. Описание исходного варианта уже было дано ранее, отметим лишь основные отличия.

Вместо разъёма XP1 использованы винтовые клеммники, через которые отрезками медных многожильных проводов в изоляции устройство подсоединяют к соответствующим контактам электронных узлов автомобиля. Поскольку нумерация клемм отлична от опубликованного ранее варианта, рассмотрим вновь их назначение и подключение.

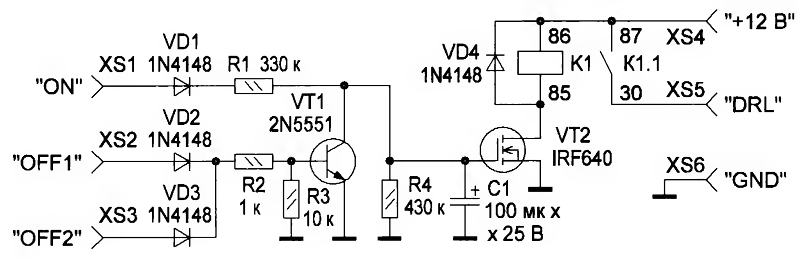
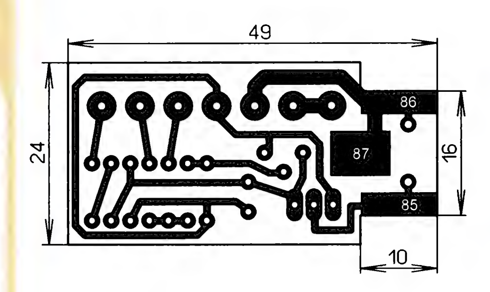


Рис. 1



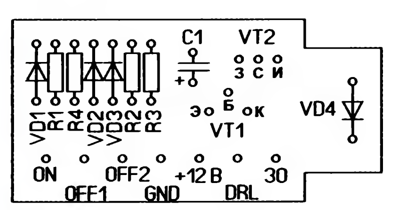


Рис. 2

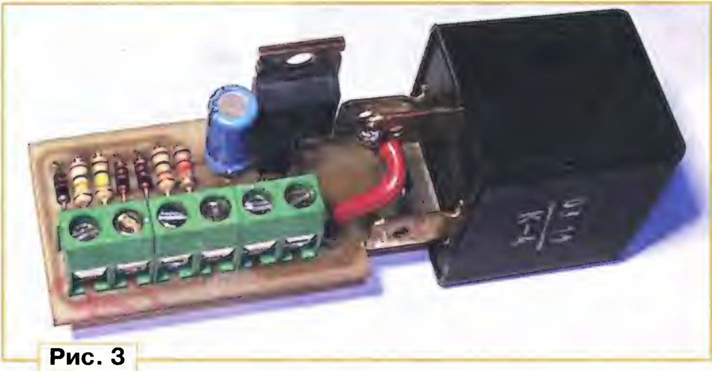


Рис. 3

На клемму XS4 "+12 В" подают напряжение бортовой сети автомобиля, а XS6 "GND" соединяют с его "массой".

XS1 "ON" соединяют с любым проводом, на котором появляется напряжение только при работе двигателя. На некоторых автомобилях это может быть, например, вывод контакта датчика аварийного давления масла. Если такого вывода нет, допустимо соединить клемму XS1 с проводом, на котором появляется напряжение после включения зажигания, например, включения аудиоустройств, но тогда фары будут включаться через 10 с после подачи питания ключом зажигания независимо от того, запущен двигатель или нет.

Клемму XS2 "OFF1" соединяют с контактом одной из ламп габаритных огней так, чтобы напряжение на ней появлялось в момент включения габаритного освещения. *Эта функция блокировки ненужного в это время автоматического включения фар, ДХО (или других имеющихся источников света) отсутствовала в опубликованном ранее варианте.* Если теперь во время движения возникает необходимость включить фары основного освещения, напряжение с ламп габаритных огней подаётся на клемму XS2 и отключает, например, фары ДХО.

Клемму XS3 "OFF2" соединяют с контактом в замке зажигания или стартёра так, чтобы на ней появлялось напряжение только на время запуска двигателя.

Сигналы с клемм XS2, XS3 поступают на левый по схеме вывод резистора R2 через диоды VD2, VD3, включённые по логической схеме ИЛИ. При появлении напряжения на любой из этих клемм контакты реле отключают нагрузку устройства.

Клемму XS5 "DRL" (DRL — англ. аббревиатура Day Running Lights, в русском переводе — ДХО) соединяют с контактом выключателя, провод от которого идёт к нагрузке, например, как уже сказано выше, "плюсовым" контактам основных фар, ДХО или противотуманных фар в зависимости от назначения работы устройства.

Для повышения надёжности работы полевого транзистора VT2 параллельно обмотке реле K1 включён защитный диод VD4.

Устройство собрано на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Чертёж платы и расположенные на ней элементы показаны на **рис. 2**. Внешний вид собранного устройства представлен на **рис. 3**. О применяемых транзисторах, диодах, конденсаторе, резисторах и их замене рассказано в предыдущей статье. Реле K1 — 90.3747-10 от российских автомобилей. Такое реле применяется для включения ближнего/дальнего света фар, электродвигателя вентилятора системы охлаждения, обогрева заднего стекла и пр. Маркировка реле (тип, товарный знак завода-изготовителя и схема расположения контактов) нанесена на крышке корпуса. Можно использовать и другое реле с напряжением обмотки 12 В, например ELZET LR-T78-12VDC, применённое ранее. Если устройство будет коммутировать галогенные лампы противотуманных фар, то реле должно быть рассчитано на ток не менее 5 А, а если применяются светодиодные ДХО, то достаточно будет реле, рассчитанного на ток 1 А. Клеммник винтовой 306-21-12.

РАДИО® ЭЛЕКТРОНИКА ЗА РУЛЁМ
Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2015



12-го и 13 февраля 2015 г. в Москве Фонд Олега Дерипаски "Вольное Дело" при поддержке Министерства образования и науки РФ и Агентства стратегических инициатив провёл на универсальной спортивной арене "Аквариум" Международного выставочного центра "Крокус Экспо" VII Всероссийский робототехнический фестиваль "РобоФест".

Фестиваль проводится ежегодно с 2009 г., его победители представляют Россию на международных соревнованиях по робототехнике в США, Европе и Азии.

В этом году поучаствовать в 33 дисциплинах приехали 700 команд из 117 городов России и трёх стран мира — Белоруссии, Казахстана, Румынии. Возраст участников — от 6 до 30 лет. Самая многочисленная делегация (более 800 человек в составе 200 команд) представляла Москву. Впервые в "РобоФесте" приняли участие команды из Приморского края и Республики Крым.

Первый день фестиваля был закрытым для зрителей — проводились квалификационные соревнования, зато следующий день был насыщен многочисленными мероприятиями. Состоялись соревнования во всех дисциплинах фестиваля, прошло красочное торжественное открытие "РобоФеста" с участием организаторов и партнёров фестиваля. С приветственным словом

Церемония открытия фестиваля.



Площадка Фристайл. Проект команды Краснодарского края.



Представители команды "Arbuziki-Team".



Обязательная танцевальная программа.

к участникам обратился основатель фонда "Вольное дело" Олег Дерипаска. Для участников и гостей работали интерактивные и обучающие площадки, на которых были представлены оборудование, комплектующие наборы и роботизированные конструкторы, гонки роботов, робо-тир, робосумо, проводились мастер-классы. Работала площадка "Маленький самолётик", на которой ребята соревновались в запуске авиамоделей. На площадке "Робот в мешке" проводился блиц-турнир по робототехнике. В рамках турнира участникам предлагалась одна задача-сюрприз, которую все узнают в день состязания, на её решение даётся три часа, на демонстрацию решения отводятся две минуты. Помимо ставших уже традиционными соревнованиями по системе "Развитие и поощрение интереса к науке и технике", впервые прошли состязания в новой дисциплине "BasketBat". Эти зрелищные соревнования пришли на смену "Мобильным системам". Ещё одно новшество фестиваля нынешнего года — работы участников в дисциплине "Инженерный проект" оценивали инженеры предприятий, ставившие задачи юным робототехникам. Во время проведения мероприятий гостей сопровождали роботы-гиды, которые, помогая найти дорогу к нужной площадке, рассказывали о происходящем на фестивале.

В конце дня были подведены итоги и на официальном закрытии прошло награждение победителей. Столичные команды обошли своих соперников, завоевав 49 наград, 16 из которых — золотые медали. Вторыми в общекомандном зачёте стали представители Санкт-Петербурга, почётное третье место заняла делегация Краснодарского края. Зарубежные участники фестиваля также не остались без призов: ребята из Румынии стали финалистами номинации "Игра" дисциплины FTC, а представители Белоруссии стали вторыми в дисциплине Roboracers и третьими — в дисциплине "Инженерный проект".

В этом году Россию на чемпионате мира по робототехнике FIRST в дисциплине FLL будет представлять команда из Центра робототехники "Arbuziki-Team" (Москва). Чемпионат пройдёт в конце апреля в г. Сент-Луис (США).

Светодиодный колпачок для велосипедного колеса

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Предлагаемый светодиодный колпачок для ниппеля велосипедного колеса выполняет сразу две довольно важные и незаменимые для любого велосипедиста функции. Во-первых, обеспечивает ему пассивную безопасность, а во-вторых, придаёт велосипеду "собственное лицо". С этим утверждением на одном из специализированных сайтов (**http://veloflash.ru**) трудно не согласиться. Если колпачок самодельный, то "собственное лицо" появляется не только у велосипеда, но и у его владельца. Об одном варианте такого устройства (**рис. 1**) и пойдёт речь в статье. При сравнительно быстрой езде в сумерках образуется светящееся двухцветное красно-белое кольцо (**рис. 2**).

Рис. 1

Рис. 2

Схема устройства представлена на **рис. 3**. Его основа — блокинг-генератор на транзисторе VT1 и трансформаторе T1, а также светодиоды HL1, HL2 белого свечения и HL3 — мигающий светодиод красного цвета свечения. После подачи питания импульсы напряжения на первичной обмотке трансформатора T1 заряжают конденсатор C1, и когда напряжение на нём достигнет около 6 В, начинают светить светодиоды HL1, HL2. Через некоторое время вспыхивает светодиод HL3, конденсатор C1 разряжается, а светодиоды HL1 и HL2 гаснут. Так по очереди вспыхивают светодиоды разных цветов. Потребляемый устройством ток зависит от сопротивления резистора и параметров транзистора и составляет 7...20 мА.

Все элементы установлены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 4**. В ней прорезаны прямоугольное окно размерами 3×12 мм для размещения элемента питания и паз размерами 3х5 мм для крепления с помощью клея металлического колпачка ниппеля. Контактные клеммы XT1, XT2 для элемента питания сделаны из стальной проволоки от скрепки. Резистор — МЛТ, С2-23, конденсатор — импортный. Сопротивление резистора (от него зависит яркость свечения светодиодов) может быть в интервале 0,5...10 кОм. Транзистор подойдёт практически любой серий КТ315, КТ3102. Светодиоды — HL1, HL2 повышенной яркости свечения в цилиндрических корпусах диаметром 5 мм. Элемент питания — любой малогабаритный, подходящий по размерам (гальванический элемент или аккумулятор) с номинальным напряжением 1,2...1,5 В, например А389. Трансформатор намотан вдвое сложенным проводом ПЭЛ 0,2 (20 витков) на кольцевом магнитопроводе из феррита проницаемостью 1000...2000 с внешним диаметром 7, внутренним 5,5 и толщиной 2 мм.

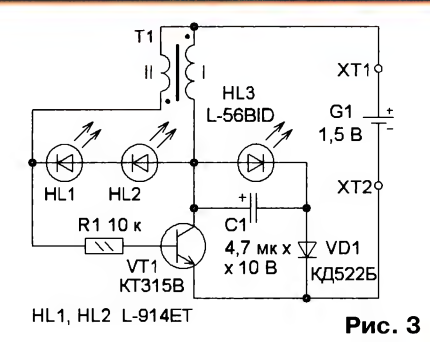


Рис. 3

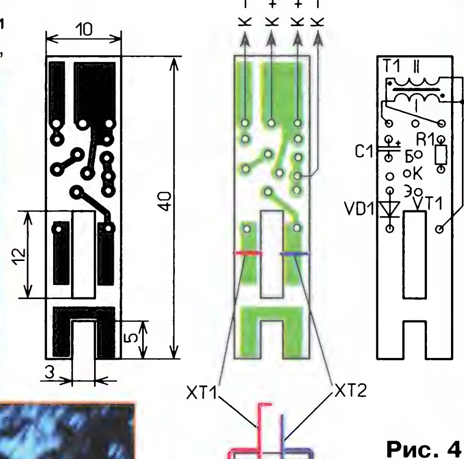


Рис. 4

Боковые поверхности корпусов светодиодов обтачивают с двух сторон (в плоскости, параллельной выводам) до толщины около 3,5 мм. Между выводами светодиодов вставляют плату и припаивают их (катод HL1 и аноды HL2 и HL3) к соответствующим печатным проводникам. Катод HL2 и анод HL1 соединяют проволочной перемычкой. Светорассеиватель изготовлен из пластикового шарика от дезодоранта. В нём прорезают прямоугольное окно размерами 5×10 мм для светодиодов. Шарик надевают на светодиоды и приклеивают. После проверки работоспособности устройства для защиты от влаги плату можно покрыть прозрачным клеем, например, клеем для склеивания пенополистирола. Выключателя питания нет, поэтому включение и выключение устройства осуществляются посредством установки и удаления элемента питания.

***От редакции.** Видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/velo.zip** на нашем FTP-сервере.*

Сигнальная система для интеллектуальной игры "Ворошиловский стрелок"

Д. ЛЕКОМЦЕВ, г. Орёл

Многие начинающие радиолюбители желают собрать устройство, подключаемое к компьютеру. Однако сопряжение устройства с каким-либо интерфейсом компьютера зачастую требует применения относительно сложных схемотехнических решений. Тем не менее можно изготовить сопрягаемое с компьютером устройство, доработав штатные средства ввода данных персонального компьютера, как, например, в статье **Ю. Шомникова** "Охранная система из компьютера и мыши" ("Радио", 2011, № 7, с. 52, 53). Предлагаемое в настоящей статье устройство собрано на основе компьютерной клавиатуры с USB-интерфейсом.

Рис. 1

"Ворошиловский стрелок" — интеллектуальная игра, в которой соревнуются две команды, по четыре человека в каждой. Команды выстраиваются друг напротив друга, каждый игрок занимает свой пульт, условно обозначенный цветом (синим, зелёным, жёлтым и красным). Пульт капитана команды — синий. Ведущий игры задаёт вопросы, а игрок, желающий ответить, нажимает на "свою" кнопку на пульте и по команде ведущего даёт ответ. Если ответ неправильный, игрок покидает игровую зону. В случае правильного ответа игровую зону покидает участник команды соперников, стоящий за противоположным пультом того же цвета. Например, игрок, давший правильный ответ, занимает пульт зелёного цвета, поэтому участник из команды соперников, занимающий зелёный пульт, выбывает. Если за этим пультом уже никого нет, игрок, ответивший правильно, имеет право вывести из игры любого участника противоположной команды, кроме капитана. Капитан может быть "выбит" только другим капитаном либо покинуть игру последним. В игре побеждает команда, полностью "выбившая" команду соперника.

Рис. 2

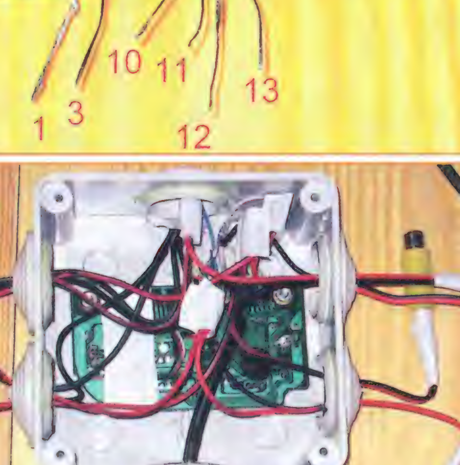


Рис. 3

В ходе игры часто возникает ситуация, когда два игрока нажимают на кнопки практически одновременно. Поскольку от того, в какой очерёдности будут приниматься ответы, зависит исход игры, очень важно чётко установить очерёдность подачи сигналов. Обычно для этой цели используют пульты с сигнальными лампами, и в спорных случаях жюри из нескольких человек определяет очерёдность, в которой будут приниматься ответы. Естественно, при таком подходе неизбежна субъективная оценка. Желательно, чтобы независимая электронная система чётко отслеживала порядок подачи сигналов о готовности игрока ответить.

Простейшую электронную систему, выполняющую такую функцию, можно собрать, используя плату контроллера от механической компьютерной клавиатуры (**рис. 1**). Такие клавиатуры недороги и широко распространены. Плату контроллера извлекают из корпуса и экспериментальным путём определяют входные контакты, замыкание которых формирует сигнал о нажатии на соответствующую клавишу. У клавиатур разных производителей расположение контактов может различаться. Если контактные площадки на плате плохо облуживаются, их необходимо осторожно зачистить до появления медного слоя и лишь затем залудить. Автор использовал контакты, соответствующие клавишам R, Q, W, E для первой команды, и A, F, S, D — для второй. В примененной плате замыкание контактов 1 и 10 формирует сигнал нажатия на клавишу Q, 1 и 11 — на клавишу W, 1 и 12 — на клавишу E, 1 и 13 — на клавишу R, 3 и 10 — на клавишу A, 3 и 11 — на клавишу S, 3 и 12 — на клавишу D, 3, 13 — на клавишу F. Контакты платы пронумерованы условно слева—направо (**рис. 2**).

Рис. 4

Плату контроллера клавиатуры размещают в центральном блоке, для которого применён корпус подходящего размера (**рис. 3**). Кнопки игроков со-

единяют с центральным блоком с помощью разъёмов RCA (цвет разъёма соответствует цвету игрового пульта) и двухпроводного кабеля максимальной длиной 5...7 метров. Поскольку провод, соединяющий пульт игрока и центральный блок, обычно прокладывается по полу игрового зала, следует использовать кабель, устойчивый к механическим воздействиям. Пульты игроков можно оснастить любыми кнопками с самовозвратом. Следует только учесть, что они должны быть достаточно большими, иметь лёгкий ход, надёжно срабатывать в любом положении. Для этой цели хорошо подходят звонковые кнопки, предназначенные для дверных звонков, например, А1 0,4-011 (**рис. 4**). Центральный электронный блок подключают к компьютеру жюри.

Для работы сигнальной системы применена компьютерная программа (исходный файл BC.PAS), которая разработана на языке программирования Паскаль в среде разработки Geany 1.22 (**http://www.geany.org**). Алгоритм работы программы представляет собой цикл, в котором проверяются нажатия на кнопки на клавиатуре, в случае, если нажата одна из них, выводит на монитор текстовое сообщение о цвете и номере нажатой кнопки. Если вместо предлагаемых автором использовать другие кнопки, необходимо в тексте программы поменять соответствующие коды клавиш. При ответе на один вопрос кнопка может быть нажата только один раз, на повторные нажатия программа не отреагирует. После нажатия на клавишу "Пробел" на клавиатуре, расположенной на столе жюри, программа очищает экран, выдаёт номер следующего вопроса и снова начинает опрашивать кнопки игроков в ожидании нажатия на них.

На основе предложенной системы можно легко построить аналогичные подключаемые к компьютеру устройства. К примеру, предложенную сигнальную систему можно переделать для интеллектуального шоу "Своя игра". Новая установка будет отличаться числом кнопок (три вместо восьми) и соответствующим изменением текста программы.

***От редакции**. Упомянутая программа находится на нашем FTP-сервере по адресу <ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/vs.zip>.*

Доработка амперметра переменного тока

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Электромагнитные амперметры Э8025, Э8030, Э8031 обычно рассчитаны на измерение переменного тока в несколько десятков ампер. Они неприхотливы в эксплуатации, долговечны, не требуют обслуживания, не нуждаются в источнике питания. Для обычного домашнего применения такие измерители малоэффективны, поскольку бытовые электроприборы нечасто по отдельности или даже суммарно потребляют ток более 10...15 А. Однако если необходимо часто измерять переменный ток в сети 50 Гц меньшей силы, то такие амперметры несложно сделать более чувствительными.

Доработке подвергся амперметр Э8030, изначально рассчитанный на измерение переменного тока 20...50 А. Для этого амперметр разбирают и с металлического основания снимают каркас с катушкой. Последняя намотана многослойной медной лентой и состоит из трёх витков. Вместо неё наматывают новую обмотку, которая должна содержать 37 витков жгута из свитых вместе десяти отрезков провода ПЭВ-2 0,27 или другого аналогичного (**рис. 1**). С такой катушкой амперметр будет измерять переменный ток 2...5 А (это значение выбрано, чтобы не изготавливать новую шкалу, но может быть и другим). При установке катушки на металлический каркас прибора не забудьте установить овальный металлический регулировочный рычаг (**рис. 2**, внизу справа).

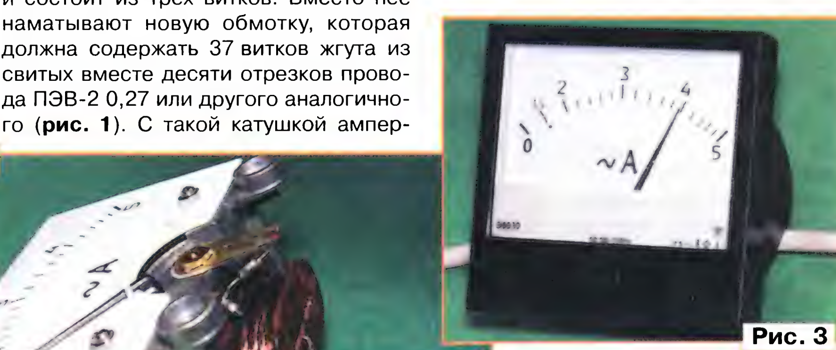


Рис. 1

Рис. 3

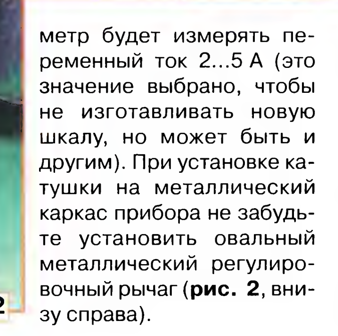


Рис. 2

Для калибровки прибора удобно применить понижающий трансформатор с габаритной мощностью от 90 В·А и вторичной обмоткой на 12 В. К ней подключают последовательную цепь, составленную из калибруемого прибора, образцового амперметра переменного тока и нагрузки, в качестве которой могут быть использованы лампы накаливания, мощные постоянные резисторы или реостат. У переделываемого амперметра середина шкалы соответствует значению около 3 А. Установив в цепи такой ток, переводят регулировочный рычаг в среднее положение и, отматывая поштучно витки с катушки, подводят стрелку амперметра к отметке шкалы 3 А. Добившись этого и увеличив ток в цепи до 5 А, перемещением регулировочного рычага устанавливают стрелку на соответствующую отметку шкалы. Обе регулировки частично взаимозависимы, поэтому их придётся повторить несколько раз. Для перемещения регулировочного рычага следует использовать немагнитный инструмент.

Закончив калибровку, выводы катушки максимально укорачивают и припаивают к контактным винтам. Готовую катушку необходимо пропитать лаком

ХВ-784 или аналогичным. Вид амперметра в сборе показан на **рис. 3**.

Такие измерители удобно применять для контроля работы различного оборудования в домашней мастерской, гараже. Например, можно вовремя отследить перегрузку в работе металло- и деревообрабатывающих станков.

Для переделки амперметров на больший ток число витков катушки пропорционально уменьшают, а суммарное сечение обмоточного провода увеличивают. Падение напряжения переменного тока на амперметре при переделке его на предел 5 А должно быть не более 0,3 В, т. е. рассеиваемая измерительной катушкой мощность не должна превышать 1,5 Вт. Иначе катушку следует перемотать проводом с большим сечением по меди. При эксплуатации таких и подобных амперметров следует учитывать, что они являются источником акустического шума, он тихий, но в ночное время в жилом помещении может быть заметен.

Визуальная среда программирования микроконтроллеров AVR

Е. ЛИХОУЗОВ, г. Черногорск, Хакасия

В промышленных системах диспетчерского управления и сбора информации SCADA широкое распространение получил графический язык программирования FBD (Function Block Diagram). Он прост в понимании, нагляден и удобен для специалистов, не имеющих специальной подготовки в области информатики. Именно простота и удобство этого языка подтолкнули меня к идее применить его к микроконтроллерам AVR.

+5 В — К выв 8 DD1; SB2 "Выкл"; DD1 ATtiny13A-I/P; SB1 "Вкл"; PB3 MCU PB2; PB4; R1 1 к; R2 1 к; R3 470; HL1; Общ — К выв 4 DD1

Рис. 1

В результате появилась связка графической среды Configurator, работающей под управлением операционной системы Windows и исполнительной программы HR_AVR, работающей непосредственно на микроконтроллере. В такой связке процесс создания программы для разрабатываемого микроконтроллерного устройства сводится к построению FBD-схемы.

Приведу простой пример — устройство "Маячок". На **рис. 1** изображена его принципиальная схема. Устройство построено на микроконтроллере ATtiny13A-I/P. Для контроля логического состояния кнопок SB1 и SB2 использованы две линии портов микроконтроллера (PB3 и PB4). К ещё одной линии PB2 подключён светодиод HL1, сигнализирующий о логическом уровне напряжения, установленном на этой линии микроконтроллером.

Используя программу Configurator, составим для этого устройства FBD-схему, показанную на **рис. 2**. В ней использованы FBD-блоки "PinB3" и "PinB4", задающие логическое состояние линий PB3, PB4 микроконтроллера соответственно. Блок "PinB2" формирует логическое состояние линии PB2 микроконтроллера. Блок "Генератор"

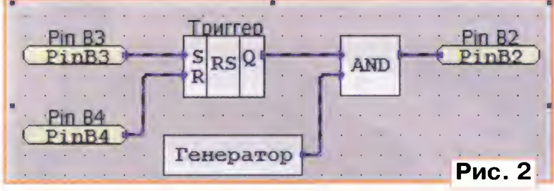


Рис. 2

создаёт последовательность импульсов нужной частоты и скважности. Кроме того, применены блоки "AND" (функция логического И) и "Триггер" (RS-триггер).

При установке логической единицы на входе PB3 микроконтроллера (команда "Включить") на выходе блока "PinB3" формируется логическая единица, поступающая на вход S триггера и устанавливающая его в состояние с логической единицей на выходе. При снятии логической единицы с линии PB3 триггер останется в этом состоянии до появления логической единицы на его входе R. Она будет сформирована при установке логической единицы на входе PB4 микроконтроллера (команда "Выключить"). Сигналы с блоков "Генератор" и "Триггер" обрабатываются блоком "AND" и поступают на блок "PinB2". В результате светодиод HL1 после нажатия на кнопку SB1 мигает с частотой "Генератора", а после нажатия на кнопку SB2 гаснет.

После того как FBD-схема составлена, необходимо собрать (скомпилировать) разработанную программу. В результате успешной сборки Configurator создаст HEX-файл, который остаётся загрузить в память микроконтроллера с помощью программатора.

На момент подготовки статьи в программу Configurator включено более 50 типов микроконтроллеров семейства AVR и около двух десятков различных FBD-блоков. Пользователи имеют возможность разрабатывать и добавлять собственные FBD-блоки.

***От редакции**. Установочный пакет программы "Configurator" имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/setup.zip** на нашем FTP-сервере.*

Термометр с матричными светодиодными индикаторами

К. АБДУКАРИМОВ, г. Шымкент, Казахстан

В этом термометре значения температуры отображаются с помощью матричных светодиодных модулей. Имеется возможность регулировки яркости индикатора и выбор дискретности показаний.

В термометре применён микроконтроллер PIC16F630-I/P. Датчик температуры — DS18B20. Интервал измеряемой температуры от –55 °С до +125 °С. Погрешность её измерения — ±0,5 °С. Показания могут быть округлены до 1 °С.

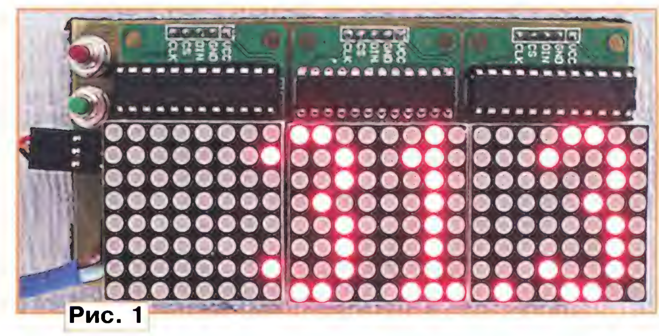


Рис. 1

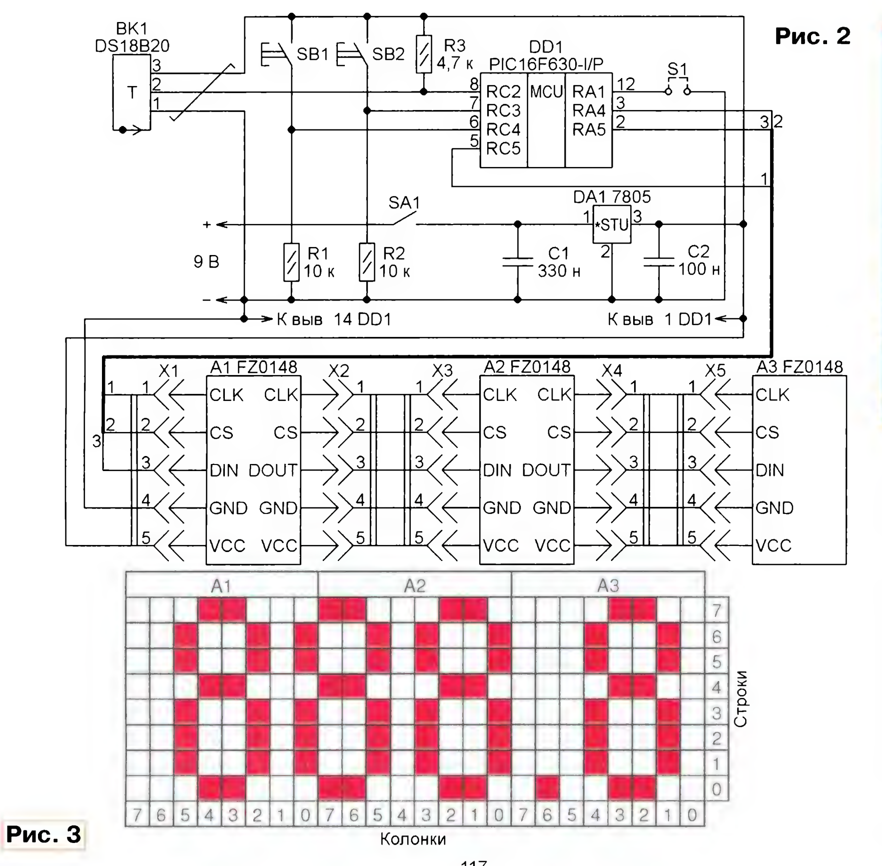


Рис. 2

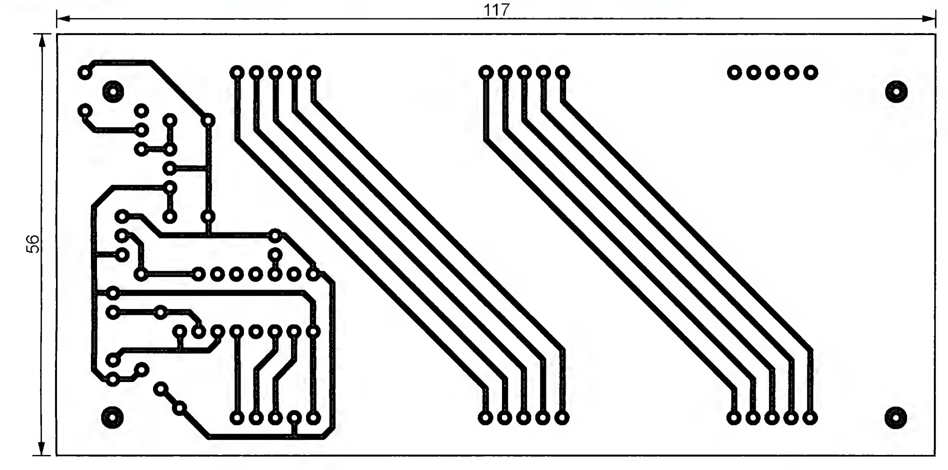


Рис. 3

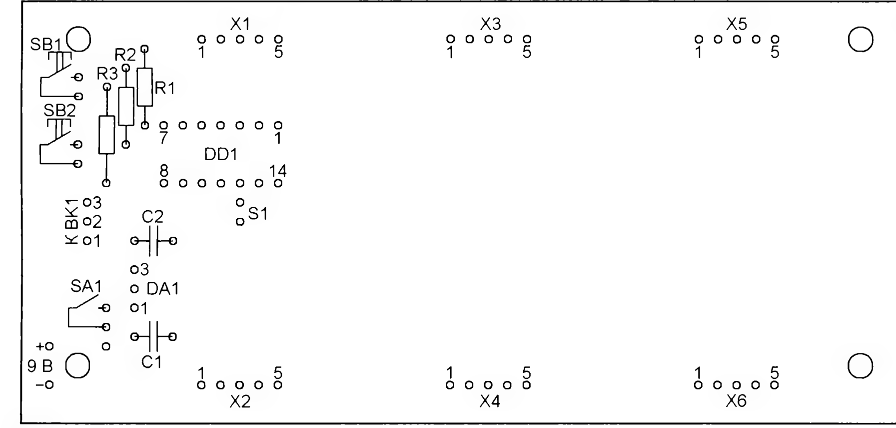


Рис. 4

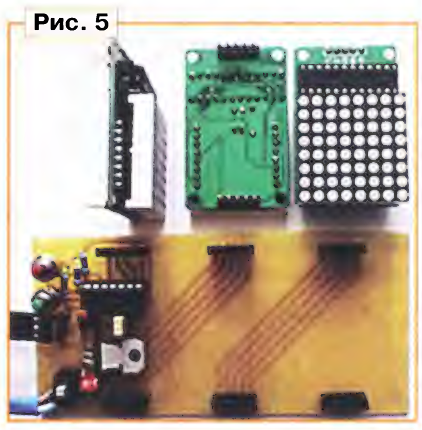


Рис. 5

На **рис. 1** показан внешний вид термометра. Он закреплён на стене двусторонней липкой лентой, датчик установлен за окном в тени деревьев.

Схема термометра изображена на **рис. 2**. Нажатиями на кнопку SB1 увеличивают яркость индикатора, а на кнопку SB2 — уменьшают её. Всего имеются 16 градаций. При изменении яркости микроконтроллер сохраняет новое значение в своей энергонезависимой памяти. Индикатор построен на трёх матричных модулях A1—A3 FZ0148 [1]. Каждый из них состоит из светодиодной матрицы 8×8 и микросхемы MAX7219 [2], управляющей светодиодами по командам микроконтроллера. По линиям питания VCC и GND и сигналам управления CLK и CS модули включены параллельно (эти линии проходят от первого разъёма модуля ко второму "насквозь"), а по информационной линии — последовательно. Информация на выходе DOUT задержана относительно поступающей на вход DIN на 16 тактов, задаваемых импульсами CLK. Выход DOUT каждого модуля, кроме последнего, соединён с входом DIN следующего.

Последние 16 разрядов информации, переданной модулю, всегда находятся в сдвиговом регистре микросхемы MAX7219. Перенос состояния входа DIN в младший разряд регистра происходит по нарастающему перепаду импульса CLK, но только при низком уровне на входе CS. При нарастающем перепаде на входе CS информация из сдвигового регистра отображается светодиодами и остаётся на них до следующего такого перепада.

В рассматриваемом устройстве низкий уровень сигнала CS устанавливается на время передачи 48 (16×3) двоичных разрядов информации, загружаемых последовательно в три модуля FZ0148. По её завершении нарастающий перепад этого сигнала разрешает вывод информации на светодиоды трём модулям одновременно. На **рис. 3**

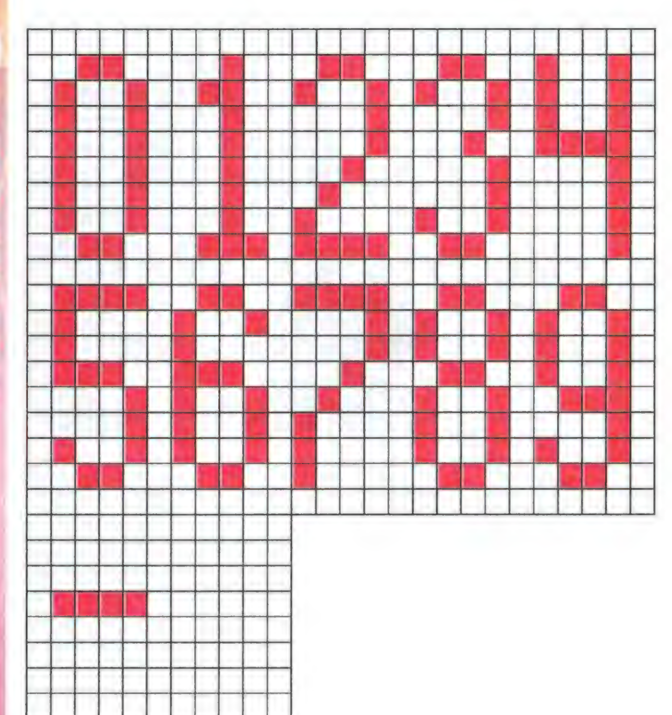
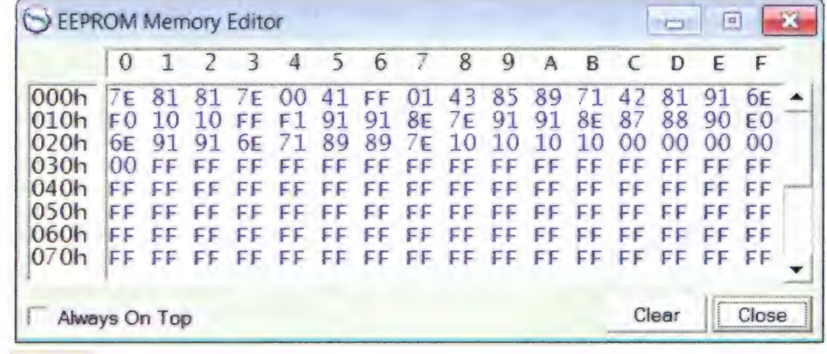


Рис. 6



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
000h	7E	81	81	7E	00	41	FF	01	43	85	89	71	42	81	91	6E
010h	F0	10	10	FF	F1	91	91	8E	7E	91	91	8E	87	88	90	E0
020h	6E	91	91	6E	71	89	89	7E	10	10	10	10	00	00	00	00
030h	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
040h	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
050h	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
060h	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF
070h	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF

Рис. 7

DS18B20 Digital Thermometer

Byte 0 - Temperature LSB	50
Byte 1 - Temperature MSB	05
Byte 2 - TH Register or User Byte	00
Byte 3 - TL Register or User Byte	00
Byte 4 - Configuration Register	7F
Byte 5 - Reserved (FFh)	FF
Byte 6 - Reserved	00
Byte 7 - Reserved (10h)	10
Byte 8 - CRC	A9

29,00°C

DQ Line ---> PORTC. 2

64-bit ROM Code

47 63 C6 57 61 39 44 28

1,0ms Always On Top

DS18B20 i Close

Status Line 1: ROM Code: 47 = CRC(63 C6 57 61 39 44 28)

Status Line 2: Device not initialized...

Рис. 8

представлено размещение выводимых символов на их матрицах. Установка перемычки S1 переводит устройство в режим округления показания до целого значения. В этом режиме нет необходимости в модуле А3, отображавшем десятые доли градуса, и его можно исключить из устройства. Если же этот модуль оставить, он станет всегда показывать 0.

Номинальное напряжение питания термометра — 9 В, однако фактически оно может находиться в интервале от 7,5 В до 25 В. Необходимое для работы прибора напряжение 5 В обеспечивает интегральный стабилизатор положительного напряжения DA1.

На **рис. 4** представлен чертёж печатной платы термометра и расположения деталей на ней. Для микроконтроллера DD1 должна быть предусмотрена панель, в которую его вставляют уже запрограммированным. Модули FZ0148 устанавливают в разъёмы X1, X2 (A1), X3, X4 (A2) и X5, X6 (A3). Отсутствующий на схеме разъём X6 на плате служит только для надёжной механической фиксации модуля А3.

Плата со снятыми модулями показана на **рис. 5**. Модули FZ0148 были приобретены в разобранном виде. Штыревые колодки устанавливаемых на них разъёмов в наборе были угловыми, но при сборке я заменил их прямыми. Образовавшийся за счёт высоты разъёмов зазор между основной платой и платами модулей позволяет лучше отводить тепло от интегрального стабилизатора DA1.

Датчик температуры ВК1 помещают в металлический защищённый от проникновения влаги корпус и жгутом из трёх проводов длиной до нескольких метров соединяют с платой. Размещать датчик нужно в месте, защищённом от прямого солнечного света и удалённом от нагревательных и других приборов, выделяющих при работе много тепла.

Полный набор отображаемых символов, включая знак минуса и пробел, представлен на **рис. 6**, а на **рис. 7** показано содержимое хранящего изображения этих символов EEPROM микроконтроллера. На каждый символ в нём отведено по четыре байта памяти. Байт по адресу 30Н служит для хранения установленного значения яркости.

Программа микроконтроллера создана в среде PIC Simulator IDE v7.21. Считываемые с датчика ВК1 каждые 0,7 с значения температуры перед выводом на индикатор программно сглаживаются — каждое новое значение записывается в массив из четырёх двухбайтовых слов взамен самого старого. Таким образом, в этом массиве всегда находятся результаты последних четырёх измерений. Их среднее значение и выводится на индикатор.

В использованной версии среды разработки имеется возможность симулировать работу датчика DS18B20 (**рис. 8**), что заметно упростило отладку программы. Для организации связи микроконтроллера с устройствами с интерфейсом SPI, подобным использованному в светодиодных модулях, в среде есть набор стандартных процедур и функций.

ЛИТЕРАТУРА

1. MAX7219 Module Dot Matrix Modules for Arduino Control FZ0148. — URL: **http://www.dhgate.com/store/product/5pcs-lot-max7219-module-dot-matrix-modules/196738799.html** (04/11/14).

2. Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers. — URL: **http://www.adafruit.com/datasheets/MAX7219.pdf** (11/12/14).

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2015/04/max7219.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Спасибо за "Память"!

Уже полтора десятка лет коротковолновики имеют уникальную возможность раз в году, в декабре, выйти в эфир в память о тех, кто открыл им увлекательный мир радиолюбительства, и о коллегах, с которыми они вместе "гоняли ди-эксов". Причём не просто поработать в память о них, но и дать возможность, пусть короткое время, снова прозвучать их позывным. Формально мероприятие "Память" называется соревнованиями, а по существу — это своеобразный период активности, который посвящён ушедшим от нас коллегам. Вот почему здесь таблицы результатов — это, скорее, список участников с позывными тех, в память о ком они вышли в эфир. По этой же причине в "Памяти" нет наград за занятые места. Здесь важно не число проведённых радиосвязей, а то, что их участники нашли время в нашей суматошной жизни поработать в эфире в память о коллегах, вспомнить и напомнить о них другим участникам при проведении радиосвязей.

Подавляющее большинство участников — россияне, но немало присоединяется к ним в этом памятном мероприятии коротковолновиков из наших ближайших соседей — государств, возникших из СССР. Появляются в "Памяти" и наши коллеги из других стран. В прошедшем году, помимо россиян, в них приняли участие радиолюбители Украины, Белоруссии, Узбекистана, Казахстана, Словакии, Бельгии, Молдавии, Абхазии и Польши.



1972 г. — чемпионы России, команда Воронежской области по спортивной радиопеленгации и её тренер Александр Сергеевич Нилов (сидит, второй слева).

В приведённых здесь **таблицах** названы те, кто был наиболее активен в "Памяти", и позывные тех, в память о ком они выходили в эфир. А сводные таблицы по всем участникам есть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2015-3-1.shtml** на нашем сайте.

Среди тех, о ком вспомнили участники, есть не только позывные коротковолновиков, известные всей стране. Немало среди них позывных и тех, кто своей приверженностью к радиолюбительству и добрым сердцем просто поддерживал существование и развитие нашего хобби в своём городе, посёлке и так далее... Рассказать о всех этих замечательных людях в рамках журнальной публикации невозможно, но вспомним сегодня о некоторых.

Москвич Чермен Гулиев (UA3BL) вышел в эфир в память об Александре Сергеевиче Нилове (UA3QO). Вот что написал о нём Чермен:

"Он был начальником коллективной радиостанции UK3QAE Воронежского политехнического института с 1970 г., а также главным тренером Воронежской области по "охоте на лис". И практически всю свою жизнь проработал старшим инженером объединения "Северные электросети" г. Воронежа. Большой энтузиаст радиолюбительства всё своё свободное время отдавал радиоспорту, привил любовь многим людям к этому современному спорту XXI века. Прекрасный конструктор радиоэлектронной аппаратуры. Благодаря применению и усовершенствованию его изобретений мне удалось завоевать более 20 золотых медалей на чемпионатах мира по спортивной радиопеленгации, за что я вечно буду благодарен своему первому тренеру. Кстати, эти изобретения даже в настоящее время ещё очень актуальны и хорошо работают.

Под руководством Александра Сергеевича мы много времени проводили на коллективной радиостанции на "девятом км" ВПИ, оборудовали, настраивали аппаратуру, активно участвовали в контестах. Все его воспитанники крепко запомнили метод: "электронный ключ в левую руку, а правой записывать".

Мы всегда будем помнить своего Учителя и гордиться тем, что мы его воспитанники."

А Александр Ганин (RT3T) из Павлово Нижегородской области, сам активный и успешный контестмен, работал в память о недавно ушедшем от нас Владиславе Николаевиче Кузьминых, позывной которого UA4L (UA4LU) хорошо знаком всем, кто увлекается контестингом. Вот строки из письма Александра:

"С Владиславом я в основном был знаком заочно — лично встречались только на ОЗЧР-2013 и 2014. Он, как любитель контестинга, всегда был желанным и, частенько, весьма серьёзным соперником для любого. Его можно было легко узнать по манере работы, даже не дожидаясь передачи позывного. Так же, как и я, он был большим любителем телеграфных

контестов независимо от их ранга. Даже больше любил местные внутрироссийские соревнования и частенько становился их призёром. Доброжелательный и простой в общении, не "зазнаистый", он мог поддержать любой разговор на радиолюбительскую тему. Все мы не без греха, вот и он никогда не отказывался от поддержки (в известном смысле) мужской радиолюбительской компании, хотя и были проблемы с сердечком. Хор-р-роший был человек! Жаль, что мы не услышим больше "test UA4L UA4L". Но уверен, что память о настоящем контестмене сохранится надолго, и этот позывной ещё не один год будет звучать в "Памяти" в радиолюбительском эфире."



Владислав Николаевич Кузьминых (UA4L, ex UA4LU).

Анатолий Медов (R3EC) из села Жуковки Орловской области почтил память о Михаиле Ивановиче Шевкунове (UA3ET). Вот что он рассказал о нём в своём письме в редакцию:

"Свой SWL позывной UA3-260104 Михаил Иванович получил в сентябре 1961 г., а вначале 1963 г. в эфире зазвучал его личный позывной UA3ET.

Он был спокойным, всегда сдержанным и немногословным человеком. Все, кто когда-либо общался с Михаилом Ивановичем, неизменно отмечали его такт, мудрость и рассудительность. Манера работы в эфире была подчёркнуто деликатной. Даже позывной при CW звучал по особому. Раздел между знаками позывного — две точки! Его QSO телефоном — образец тактичности и взвешенности каждого слова. На практике сравниваю его только с UA1FA.

Михаил Иванович работал начальником отдела с 1967 г. по последний день своей жизни в одном из институтов г. Орла. По роду работы был связан с большим количеством печатного материала и множительной техники. В то время о ксероксах мало кто знал. Помощь его в этом деле для большинства радиолюбителей была неоценима.

Два сына Михаила Ивановича бережно хранят его радиолюбительское наследство: сотни дипломов, тысячи QSL-карточек, все удостоверения, награды и зачётные книжки по многим видам спорта."

(ДОСААФ СССР)
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РАДИОКЛУБ
1 Сентября 1961 г.
№ 909

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Тов. ШЕВКУНОВ Михаил Иванович.
проживающий Орловская обл, г. Болхов, ул Октябрьская д 6.
зарегистрирован во Всесоюзном добровольном обществе содействия армии, авиации и флоту по группе коротковолновиков-наблюдателей и ему присвоен позывной A-3-260104.
Начальник Центрального Радиоклуба ДОСААФ СССР /И.ДЕМЬЯНОВ/.
Инструктор /Рощина/.
Примечание. Настоящее удостоверение не освобождает от регистрации радиоприемника по линии органов Министерства связи Союза ССР и внесения абонементной платы за радиослушание.

Наблюдательское удостоверение Михаила Ивановича Шевкунова, год 1961-й.

Обратная связь

В соревнованиях на диапазоне 160 метров ("Радио", 2015, № 3, с. 59) первое место среди иностранных участников в группе один оператор занял Роман Ткаченко (UW2M) из украинского г. Рубежное (Луганская обл.).

SINGLE_OP MEMORY CW

1	RT3T	UA4L	190	20936
2	RK3ER	UA3EZ	126	13875
3	R1NW	RN1NK	121	12961
4	UA2FL	UA2AO	120	12623
5	UA1F	U1AM	117	12570
6	UA3QAM	U3QD	116	12514
7	RU4LM	RA4LZ	113	12247
8	RN9RF	UA9QAC	110	11791
9	RU3XY	RZ3AS	108	11728
10	UR5LJD	UT5CY	95	9928

SINGLE_OP MEMORY SSB

1	UA3BL	UA3QO	94	9389
2	R9KD/6	UB5CDL	90	9042
3	RZ5Z	U1SX	86	8503
4	RA9JBA	RA6DO	70	7076
5	RA9SF	RA9SAA	68	6610
6	R7RIB	UT5JBP	64	6381
7	EW8OM	EW8MM	61	6064
8	EW1TM	UA9USA	58	5610
9	EW8OG	EW8OB	56	5428
10	RK9AK	UW9AF	61	5317

SINGLE_OP MEMORY MIX

1	R3EC	UA3ET	183	19177
2	RZ9UO	U9UU	150	15131
3	RK3RX	UA3RS	145	15095
4	RA0AY	RA0ASB	144	14575
5	UT7NW	UT0TT	138	14247
6	RO5O	U1LP	118	12927
7	UA9CDC	RW6AN	105	11462
8	UA3VLO	UA6XDI	106	10749
9	RW3AI	UA3AAP	95	10106
10	RA1NAL	U1NL	87	9334

MULTI_OP MEMORY

1	RT5G	RZ3GH	161	17165
2	RZ9AWA	UA9ARR	110	11101
3	RK3R	UA3RM	95	9819
4	UD3D	U4IL	93	9805
5	RZ9UWZ	U9UU	95	9619
6	RM3X	UA3XR	72	7144
7	RZ1AWT	UA1LG	62	6337
8	RL9M	UA9MH	61	6189
9	EW8ZO	EW8MM	59	6118
10	RZ3DZI	U3DF	51	5042

SINGLE_OP

1	UA5C	250	25949
2	RA3NC	174	18915
3	R7MM	173	17807
4	UA6HFI	92	9619
5	RA3SI	83	9086
6	RU3QM	79	7901
7	RW4AD	76	7458
8	EW6GF	49	5344
9	R8MD	39	3775
10	RV6BEH	35	3762

MULTI_OP

1	RC1Q	139	14463
2	RK9CYA	119	12444
3	UN8LWZ	101	10360
4	RO9T	92	9097
5	RC9MAA	42	3909
6	RZ9UZV	37	3569

"Радиолюбительские" события февраля 2015 года

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

"Магический диапазон" открыт!

Февраль 2015 г. оказался богат на события в радиолюбительской жизни. Начался он с принятия Государственной комиссией по радиочастотам решения, "открывшего" для радиолюбителей Крыма и Севастополя диапазон 50 МГц. Затем в Минюсте России был зарегистрирован Приказ Минкомсвязи России от 29.01.2015 № 20, который узаконил позывные сигналы любительских радиостанций для обучения. Все эти события важные и давно ожидаемые. А теперь расскажем о них подробнее.

Попытки "открыть" для российских радиолюбителей диапазон 50 МГц продолжались ровно столько, сколько существует Союз радиолюбителей России. За последние четыре года в разные инстанции было направлено немало писем и радиочастотных заявок. И каждый раз поступал отказ на основании того, что этот диапазон в первом регионе ITU никогда не был распределён любительской службе. Реальная возможность для радиолюбителей получить доступ на этот диапазон появилась только в связи с подготовкой осенью 2014 г. решения ГКРЧ, которое временно продлевало бы различным радиослужбам использование полос частот, применявшихся радиоэлектронными средствами до 21 марта 2014 г.

Союз радиолюбителей России немедленно отреагировал письмом в аппарат ГКРЧ, в котором обосновывалась необходимость дать возможность радиолюбителям, проживающим в Крымском федеральном округе, использовать полосу радиочастот 50080...50280 кГц. В том числе необходимость обосновывалась потенциальным развитием региона за счёт радиолюбительского туризма. Как выяснилось впоследствии, этот аргумент "сработал".

Использовались при подготовке решения ГКРЧ и наработки СРР и ФГУП "ГРЧЦ", сделанные во время предыдущих попыток "открыть" этот диапазон.

В первых числах 2015 г. президент СРР Дмитрий Воронин (RA5DU), поздравляя радиолюбителей Крыма и Севастополя с новым 2015 г., рассказал о проделанной Союзом работе и о ближайших перспективах.

10 февраля 2015 г. состоялось историческое заседание ГКРЧ. Вёл заседание министр связи и массовых коммуникаций России Николай Никифоров. И вот — решение принято! Диапазон 50 МГц — "магический диапазон", как его называют, открыт. Открыт пока не для всех, открыт временно, на достаточно жёстких условиях, но начало положено.

Что же предусматривает Решение ГКРЧ от 10 февраля 2015 г. (протокол № 15-30, **http://www.minsvyaz.ru/ru/documents/4512/**), если рассматривать его в контексте действующей нормативной базы, регулирующей деятельность любительской службы в России?

Во-первых, право на использование полосы частот 50080...50280 кГц предоставляется только любительским радиостанциям резидентов Крымского федерального округа (зарегистрированным в Республике Крым и г. Севастополе). Однако никто не запрещает приехать в гости к радиолюбителям Крыма и проводить радиосвязи с согласия управляющего оператора радиостанции.

Во-вторых, для использования полосы частот 50080...50280 кГц нужен отдельный комплект разрешительных документов, без получения которого доступ радиолюбителей к этой полосе запрещён. Комплект состоит из трёх документов: это заключение экспертизы электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми РЭС (выдаёт ФГУП "ГРЧЦ", г. Москва), это разрешение на использование радиочастот и радиочастотных каналов — РИЧ (выдаёт Роскомнадзор, г. Москва) и свидетельство о регистрации РЭС в полосе частот 50080...50280 кГц (может быть получено в территориальном органе Роскомнадзора, г. Симферополь).

В-третьих, при использовании полосы частот 50080...50280 кГц действуют непривычно жёсткие ограничения: координаты места установки радиостанции указываются с точностью до десяти метров и какое-либо перемещение радиостанции запрещено. Запрещено не только превышение мощности, указанной в РИЧ, но и применение антенны с большим, чем указано в РИЧ, коэффициентом усиления. Мобильные и носимые радиостанции в полосе частот 50080...50280 кГц запрещены.

В-четвёртых, получение разрешительных документов связано с материальными затратами. Заявитель должен оплатить однократно работы по проведению экспертизы во ФГУП "ГРЧЦ", а также внести разовую плату за радиочастотный спектр и ежеквартально вносить годовую плату за радиочастотный спектр. Не придётся оплачивать проведение экспертизы во ФГУП "ГРЧЦ" лишь владельцам действовавших по состоянию на 21 марта 2014 г. "дозвилов" на любительскую радиостанцию в полосе частот 50080...50280 кГц. Сразу скажем о том, что Союз радиолюбителей обратился в Минкомсвязи России с предложением обнулить плату за радиочастотный спектр для радиолюбителей в Крымском федеральном округе.

Владельцы "дозвилов" на любительскую радиостанцию в полосе частот 50080...50280 кГц, действовавших по состоянию на 21 марта 2014 г., могут уже сейчас подать заявку на получение РИЧ по форме сухопутной подвижной службы. Они вместо заключения экспертизы электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми РЭС прикладывают действующий на 21 марта 2014 г. "дозвил" на любительскую радиостанцию в полосе частот 50080...50280 кГц. Те, кто не имеет таких "дозвилов", могут начать процедуру оформления разрешительных документов 1 мая 2015 г.

Каковы перспективы принятого решения? Здесь всё предельно ясно. За срок действия решения (а оно действует до 1 января 2017 г.) необходимо получить положительный опыт использования полосы частот 50080...50280 кГц, а затем добиваться расширения возможности использования этой полосы частот на всю территорию Российской Федерации. Положительными результатами должны стать использование этой полосы частот для развития спорта, технического творчества, подготовки к преодолению последствий стихийных бедствий и одновременно с этим — исключение помех другим службам, прежде всего, радиовещательной (телевидение). И здесь всё в руках наших коллег из Крыма и Севастополя. Распорядятся они этим диапазоном аккуратно и с толком за предстоящие два года, тогда у Союза радиолюбителей появится шанс добиться распространения этого опыта на всю территорию России.

Радиостанции для обучения доступны всем

В начале марта 2015 г. вступил в силу приказ Минкомсвязи России от 29.01.2015 № 20 "О внесении изменений в Порядок образования позывных сигналов для опознавания радиоэлектронных средств гражданского назначения, утверждённый приказом Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 12.01.2012 № 4".

В соответствии с этим приказом у руководителей молодёжных коллективов появилась возможность оформить на себя второй позывной структуры RY-цифра-три буквы для обучения начинающих. При этом использование такого позывного для обучения начинающих обязательным не является. Это просто дополнительная возможность для тех руководителей молодёжных коллективов, которые в силу тех или иных обстоятельств не могут оформить позывной на юридическое лицо и при этом не хотят использовать для обучения начинающих позывной сигнал своей радиостанции. Таким образом, руководители молодёжных радиоклубов могут оформить несколько вариантов позывных сигналов:

1. Оформить позывной сигнал на юридическое лицо.
2. Заменить позывной на укороченный (четырёхзначный) и оформить его на юридическое лицо (для радиостанций 1-й категории).
3. Оформить на себя позывной сигнал для обучения структуры RY-цифра-три буквы.
4. Ничего не оформлять. Использовать для обучения начинающих радиооператоров позывной сигнал своей радиостанции либо без каких-то дробей, либо с использованием необязательной дроби /N.

Позывные сигналы для обучения включены в нормативные акты по инициативе Союза радиолюбителей России. ■

12 апреля — День космонавтики

МКС — работа с радиолюбителями

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв Московской обл.

Из событий минувшего года в работах на борту Международной космической станции, связанных с радиолюбительством, особо хочется отметить запуск малого космического аппарата — наноспутника НС-1. Он был доставлен на борт МКС в феврале и запущен в августе прошлого года.

Этот запуск наноспутника завершил пятилетнюю работу по его созданию и проводился как третий этап в рамках космического эксперимента "РАДИОСКАФ" — разработка и запуск малых космических аппаратов с борта МКС. Он разрабатывался и изготавливался в Юго-Западном государственном университете (г. Курск) студентами и преподавателями университета. В этой работе также приняли участие и студенты из Перу, которые обучаются в ЮЗГУ, и студенты Национального университета Перу. НС-1 — первый студенческий наноспутник России, запущенный с борта МКС. Запуск спутника осуществил космонавт Олег Артемьев 18 августа 2014 г.



Наноспутник НС-1.

К сожалению, не все технические возможности спутника удалось реализовать. Из-за неустойчивой работы системы ориентации по магнитному полю Земли фотокамеры не смогли сделать снимки поверхности Земли. Да и мощность передатчика оказалась меньше рассчитываемой (0,2 Вт). А так как сигнал передавался со спутника в режиме SSB, то только немногие станции с очень хорошими направленными антеннами смогли принять его сигналы. В настоящее время студенты приступили к разработке второго наноспутника, в котором будут устранены все недостатки первого.



Тренировка экипажа перед полётом — Сергей Самбуров, космонавты Олег Артемьев и Александр Скворцов.

15 января этого года спутник вошёл в плотные слои атмосферы и прекратил существование, пролетав почти такое же время (5 месяцев), как и его предшественник, спутник "КЕДР", который был приблизительно в 30 раз больше НС-1 по размерам.

Наноспутники серии "Кубсат", имеющие размеры 10×10×10 см и массу около 1 кг, получили большое распространение. Многие университеты и организации мира приступили к их изготовлению. При сравнительной дешевизне и универсальности эти спутники могут выполнять много научных исследований.

В РКК "Энергия" разрабатываются пусковые устройства для запуска наноспутников как с транспортного корабля серии "Прогресс", так и с внешней поверхности МКС. Одно такое пусковое устройство рассчитано на запуск трёх "Кубсатов".

Продолжают разрабатываться и спутники на платформе выработавшего свой ресурс скафандра "Орлан" и другие. Совместно с МГТУ имени Н. Э. Баумана выполняется оригинальный проект спутника "Парус-МГТУ".

Оборудование для радиолюбительской связи теперь установлено и в европейском модуле "Колумбус". Пока это в основном старое оборудование, которое ранее использовалось в модуле ФГБ (на базе радиостанции Ericsson), но уже появилась и новая аппаратура по передаче цифрового телевидения. Пока она использовалась как эксперимент Европейского космического агентства, но в этом году планируется её передача в нашу международную группу ARISS (Amateur Radio on the International Space Station, **http://www.ariss-eu.org/**).

С 2014 г. радиолюбительская деятельность на борту МКС проводится уже не как хобби космонавтов, а как образовательный космический эксперимент "О Гагарине из космоса", на проведение которого планируются время и ресурсы космической программы. В ходе этого эксперимента проводятся как голосовые связи, так и передача изображений в режиме SSTV. В течение 1—2 суток с борта МКС передаётся серия из 12 изображений на космическую тему. Первые серии № 1 и № 2 уже переданы и были посвящены 50-летию полёта Ю. А. Гагарина.

Все экипажи МКС (космонавты и астронавты) проходят подготовку по радиолюбительской деятельности. За прошедшие 15 лет полёта МКС её прошли уже более 150 человек.

Часто радиолюбители задают вопросы: "Как провести связь с МКС? Как получить QSL-карточку? На какой частоте работает бортовая радиостанция и какое расписание работы радиолюбительской станции на борту МКС?"

Разочарую, наверное, многих по первому вопросу, но МКС — это не радиолюбительская клубная станция и космонавты не фанаты-радиолюбители. Поэтому в настоящее время сеансы связи планируются Центром управления полётом по заданной заявке от университетов, школ и других организаций (см. **http://www.rs0iss.ru/**).

Получить QSL МКС можно, обратившись к QSL-менеджеру Александру Давыдову (RN3DK) по адресу: Новомытищинский проспект, д. 52, кв. 111, Мытищи-18, 141018, Московская обл.

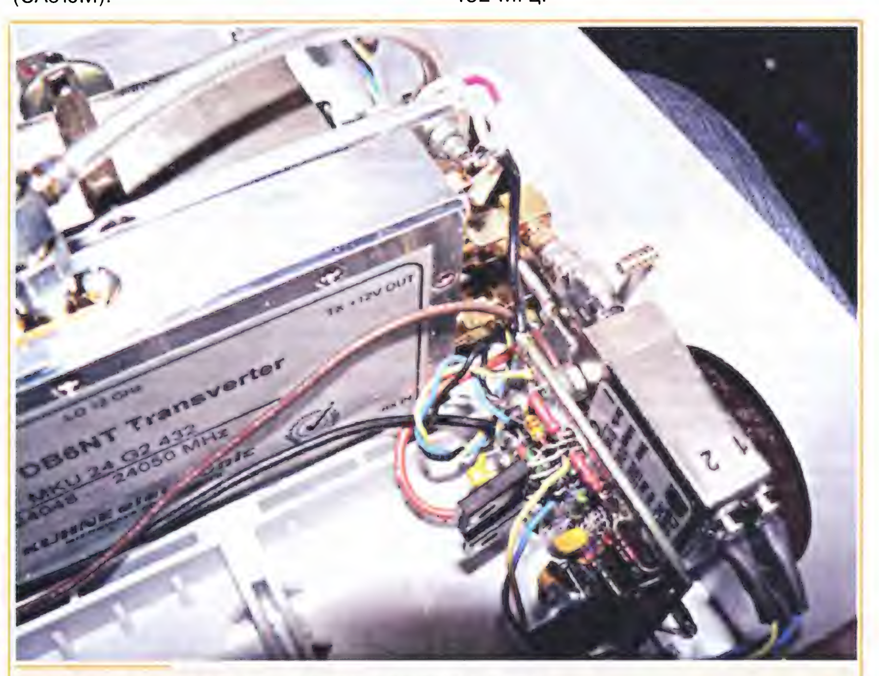
Бортовая УКВ-радиостанция работает в диапазонах 144 и 430 МГц, основная рабочая частота — 145,8 МГц. Расписания работы радиостанции не существует. Радиолюбительская работа экипажа планируется по мере поступления заявок на сеансы связи и по возможности включения этих сеансов в общую программу работы экипажа на борту МКС. ■

Осваиваем 24 ГГц

Пётр ШАЛЮТА (RA9YMI), г. Барнаул

Перед тем как пойти на пенсию, я решил освоить диапазон 24 ГГц. Дело это затратное — на пенсии не размахнёшься, финансы не позволят. Осваивать новый диапазон одному — занятие бесперспективное. Для этого нужен как минимум один помощник. Как и при освоении диапазонов 5,7 и 10 ГГц, я надеялся, что им будет Сергей (UA9YJM).

В сентябре 2013 г. заказал в немецкой фирме DB6NT два комплекта трансвертеров на 24 ГГц, два комплекта образцовых генераторов (10 МГц). Перед тем как заказывать трансвертеры, посоветовался с Анатолием (UA4HTS) по поводу того, какую промежуточную частоту лучше использовать. Анатолий порекомендовал ПЧ 432 МГц.



Вот так выглядят наши трансвертеры внутри...



Первая "дальняя" связь на 24 ГГц проведена!

У Сергея 22 ноября был день рождения, и я решил сделать ему радиолюбительский подарок, который был для него полным сюрпризом. Зима в Сибири длинная, думал я, и Сергей соберёт наши два комплекта на 24 ГГц. 2014 г. сложился для меня таким тяжёлым (по личным обстоятельствам) — радиолюбительство отошло на дальний план. А Сергей за зиму и часть весны собрал эти два комплекта. Благо все компоненты для сборки у него были. Оставалось дело за рупорами, которые я приобрёл у Ивана (RA3WDK).

У себя в шеке Сергей проверил трансвертеры, но надо было испытать, как они работают на расстоянии. Как и при освоении 5,7 и 10 ГГц, решили провести проверку рядом с домом Сергея. Сигнал в режиме FM был 59++. Сергей работал на FT-736 и трансвертере, я — на автомобильной станции DR-610 и трансвертере. Работали на рупора. Выходная мощность одного аппарата — 27 мВт, другого — 30 мВт. В "протоколировании" этой связи на 24 ГГц принимал участие Анатолий (UA9YAI) — он делал видео первого QSO.

При проведении первой связи выявился технический недостаток в аппаратуре — Сергей отвечал мне не сразу, а с небольшой задержкой. Оказалось, что не отрабатывало SMA реле. В его трансвертере использовалось реле на 28 В, и питания явно не хватало для надёжной работы трансвертера и реле. Позже Сергей установил преобразователь для запитки реле отдельно. Это решило проблему коммутации, но увеличило ток, потребляемый аппаратурой (а работать предстояло в поле, от аккумуляторов). Ясно, что надо всё же со временем приобрести и установить SMA реле на 12 В!

Следующая попытка провести уже "дальнюю" связь состоялась в августе 2014 г. Сергей провёл разведку местности в районе своей деревни. Он определил две позиции — для связи на диапазоне 24 ГГц прямая видимость между корреспондентами особенно актуальна ("зелёнка" мешает очень сильно). В этот раз нам помогал Александр (UA9YJS) — он привёз меня к Сергею в гости.

В самом начале проведения этой связи на 24 ГГц я работал на DR-610, а завершал QSO на портативную радиостанцию TH-D72E, поскольку разрядилась автомобильная аккумуляторная батарея.

Следующая попытка установить дальнюю радиосвязь на диапазоне 24 ГГц прошла в сентябре 2014 г. Сергей с помощью карты, которая размещена на УКВ-портале, нашёл две точки на местности неподалёку от своей деревни. Расстояние между ними было уже значительным — 8,7 км. Он просмотрел профиль радиотрассы: препятствий на этом её отрезке не было. Высота одной точки — 184 м, другой — 185 м.

Как и при проведении нашей первой связи, с автомобилем нам помог Анатолий (UA9YAI). Приехав на первую позицию, помогли Сергею развернуть её. Погода у нас в Сибири часто меняется, и не всегда в лучшую сторону — пошёл дождь. По такой погоде выручил армей-



UA9YJM на рабочей позиции.

ский общевойсковой защитный комплект. "Хорошо выглядит", — наверное думали проезжающие по трассе.

Затем мы с Анатолием (UA9YAI) поехали на вторую позицию. Добравшись до своего места, развернулись и прогрели аппаратуру. Для большей уверенности в этот раз я решил использовать трансивер IC706MK2G, и если не получится провести связь в режиме FM, попытаться сделать это в режиме SSB.

С первого раза провести связь не получилось. Сергей меня слышал, а я его нет. Явно что-то случилось с аппаратурой... Я, на всякий случай, переключился на испытанную портативную радиостанцию, но ситуация не изменилась — он меня принимал, а я его нет. Тогда Сергей решил вскрыть коробку своего трансвертера и обнаружил, что один провод оторвался... Устранив эту неисправность, он позвал меня.

Это было так неожиданно! Уровень его сигнала по S-метру IC706MK2G был 57, временами доходил до 59 в режиме FM. Многие, прочитав статью, спросят меня, почему такая разница сигналов, почему 57 и затем 59. На фото видно, что обе позиции развёрнуты рядом с трассой. Движение проезжающих машин по трассе влияло на сигналы обоих корреспондентов. Мой сигнал Сергей принимал на 2 балла по S-метру FT-736. Затем мы перешли в режим SSB и также провели уверенную связь.

Какие выводы можно сделать после проведения нескольких связей на диапазоне 24 ГГц? Первое, что хотелось бы сказать: сильно мешает "зелёнка" — деревья, кустарники. Второе: должна быть прямая видимость между корреспондентами. Третье: надо улучшать свою аппаратуру, разместить трансвертер на параболической антенне и тщательно сфокусировать. Тогда, может быть, получатся и более дальние QSO.

Диплом "Далматово — 120 лет изобретению радио"

Этот диплом учреждён региональным отделением Союза радиолюбителей России по Курганской области. Чтобы получить его, радиолюбителям и наблюдателям необходимо набрать 120 очков в период с 16 марта по 16 мая 2015 г. Связь с R120RDP обязательна и даёт 20 очков. Коллективные и индивидуальные радиолюбительские станции, работающие из г. Далматово Курганской области, и специальные станции, работающие в честь 120-летия открытия радио, дают по 10 очков. Индивидуальные радиолюбительские станции Курганской области дают по 5 очков. Связи с R120RDP 16 марта и 7 мая дают 50 очков. В эти дни связь с R120RDP засчитывается, даже если она повторная. Юношеским коллективным радиостанциям (операторам моложе 18 лет) очки умножаются на два, а за радиосвязи на УКВ очки умножаются на три.

Повторные QSO идут в зачёт на разных диапазонах и разными видами излучения (CW, SSB, DIGI). Диплом выдаётся в двух вариантах — электронный и бумажный. Изготовление и пересылка диплома в бумажном варианте — бесплатные.

Заявки принимаются до 30 июня 2015 г. Их надо направлять по E-mail адресу (**RW9RO@yandex.ru**) или по почтовому адресу (640032, г. Курган, аб. ящ. 3777, Шигурову Станиславу Васильевичу). В заявке необходимо указать вид диплома (бумажный или электронный), свой E-mail для отправки электронного варианта или полный домашний адрес с индексом для отправки бумажного варианта.

К заявке необходимо приложить выписку из аппаратного журнала с указанием числа очков за каждую связь. По адресу **RW9RO@yandex.ru** можно обращаться по всем вопросам.

УКВ-трансивер Baofeng UV-5R

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

Носимый двухдиапазонный (136...174 и 400...520 МГц) FM-трансивер Baofeng UV-5R (**рис. 1**) [1] получил большую популярность, в частности, благодаря своей цене. Его можно купить за 40...60 долл. США в зависимости от внешней комплектации и типа корпуса. При этом основная плата трансивера, определяющая ВЧ-параметры, всегда остаётся одной и той же, вне зависимости от комплектации, корпуса и индекса аппарата.

Однако именно низкая цена служит источником слухов, что аппарат этот по ВЧ-параметрам несерьёзный — игрушка. Слухам этим также способствуют и ограниченные данные технических параметров трансивера, указанные в паспорте. Поэтому пришлось разбираться с аппаратом самостоятельно, предварительно ознакомившись с его схемой [2].

Передатчик трансивера Baofeng UV-5R выполнен по типичной для FM схемотехнике, с полевым транзистором RQA0009SXAQS [3] в выходном каскаде. ФНЧ на выходе передатчика многозвенные, следовательно, гармоники должны быть подавлены неплохо. Выходной транзистор раскачивается двухкаскадным стандартным предварительным усилителем. Формирование FM-сигнала производится микросхемой RDA1846 [4] трансивера.

Входные усилители приёмника (по одному на каждый диапазон) выполнены на малошумящих биполярных транзисторах. Для минимизации шума приёмного тракта это хорошо, но для динамического диапазона не очень. Весь остальной тракт приёмника выполнен на той же микросхеме RDA1846 по схеме двухканального квадратурного прямого преобразования с последующей цифровой обработкой сигнала (по аналогичным структурным схемам сделаны, например, все приёмники Wi-Fi и Bluetooth).

Поскольку практика — критерий истины, был проведён ряд измерений основных параметров трансивера.

Передатчик испытывался при работе на двух частотах: 145 и 440 МГц. На **рис. 2** и **рис. 3** приведены результаты исследования спектра выходного сигнала при узкополосной FM и шумовом НЧ модулирующем сигнале. Результаты хорошие: по уровню −30 дБ сигнал занимает в эфире полосы 12 кГц и 20 кГц по уровню −50 дБ. На **рис. 4** и **рис. 5** видно, что гармоники выходного сигнала подавлены на 45 дБ и более, а иные паразитные составляющие (которых совсем немного) — 65 дБ. Это весьма достойные параметры.

Выходная мощность передатчика, измеренная на обеих (145 и 440 МГц) частотах, была 4,6 Вт в режиме полной мощности и 1 Вт в режиме пониженной.

Чувствительность приёмника трансивера на частотах 145 и 440 МГц составила 0,1 мкВ при отношении сигнал/шум на выходе 12 дБ. Это очень



Рис. 1

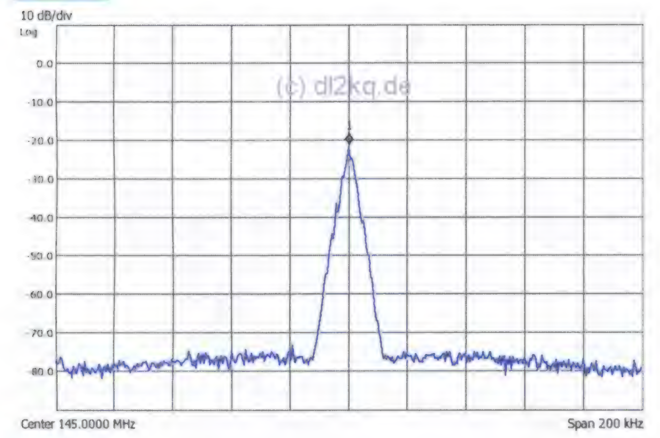


Рис. 2

10 dB/div
Log
Start 100 MHz
Stop 450 MHz

Рис. 4

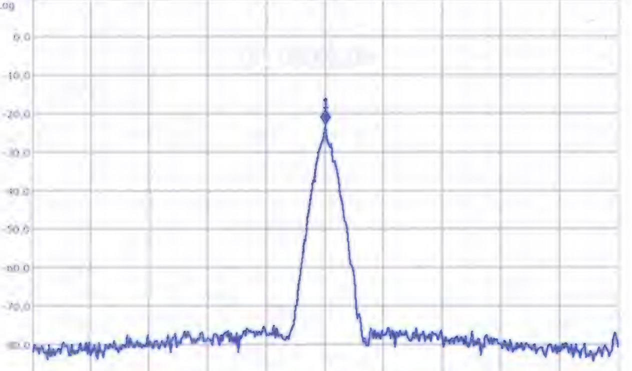
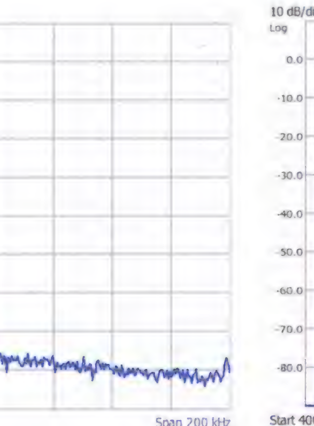



Рис. 3

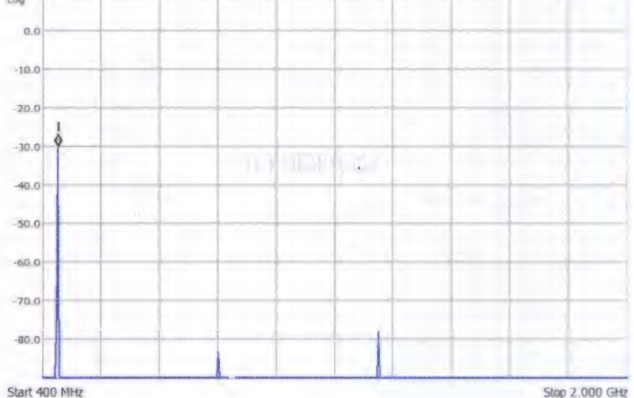


Рис. 5

хороший, практически предельно достижимый результат.

Но как известно, высокая чувствительность приводит к снижению избирательности. На **рис. 6** показана кривая односигнальной избирательности приёмника трансивера, полученная по результатам измерений, проведённых стандартным способом. Вспомогательный генератор (ГСС) перестраивался в определённых пределах относительно частоты настройки приёмника, и уровень выходного сигнала генератора повышался до появления сигнала на выходе приёмника. Кривая односигнальной избирательности, хотя и слегка асимметрична, но выглядит впечатляюще хорошо. Более 70 дБ при расстройке ±20 кГц (т. е. на полторы полосы пропускания) и более 120 (!) дБ при расстройке на ±25 кГц (на две полосы) — это весьма хорошие цифры!

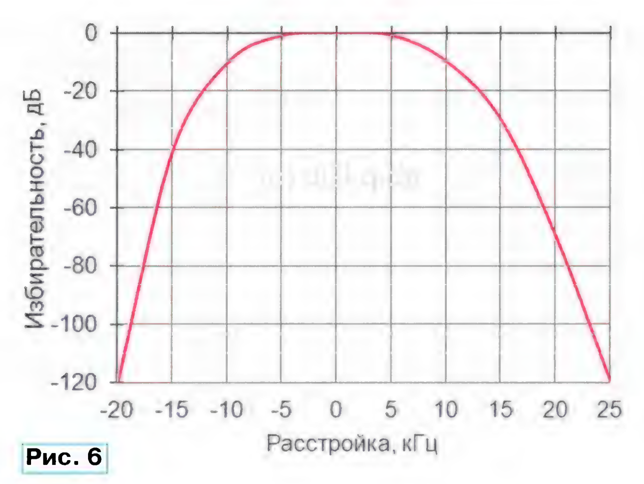


Рис. 6

Однако реальная помехоустойчивость приёмника определяется его многосигнальной избирательностью, т. е. способностью принимать слабый сигнал в условиях внеполосных помех. Поэтому была измерена и его двухсигнальная избирательность. На вход приёмника подавалась сумма двух сигналов с разных генераторов. Один сигнал (полезный) — на основной частоте и равный по величине чувствительности приёмника 0,1 мкВ, второй — сигнал помехи, в стороне от основной частоты. Определялась минимальная величина мешающего сигнала, при которой его включение-выключение оказывало заметное влияние на приём полезного сигнала, т. е. определялся динамический диапазон по блокированию. В результате:

— при расстройке +25 кГц уровень мешающего сигнала составил 1,8 мВ, т. е. 65 дБ относительно чувствительности;

— при +50 кГц максимальный уровень мешающего сигнала — 2 мВ или 66 дБ;

— при +75 кГц — 3 мВ (70 дБ);

— при +100 кГц — 5,5 мВ (74 дБ);

— при +200 кГц и более — 7 мВ (80 дБ).

Результаты измерения КСВ штатной антенны Baofeng UV-5R показаны на **рис. 7** и **рис. 8**. Согласование оставляет желать лучшего, особенно в диапазоне 435 МГц, в котором измеренный экземпляр антенны настроен с явной ошибкой вниз по частоте. О других конструктивных недостатках антенны и её модификации для их устранения рассказано в предыдущей публикации автора [5].

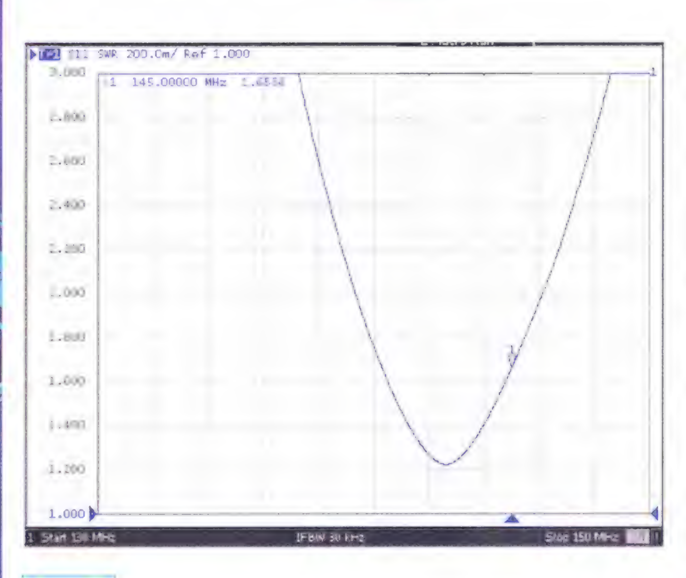


Рис. 7

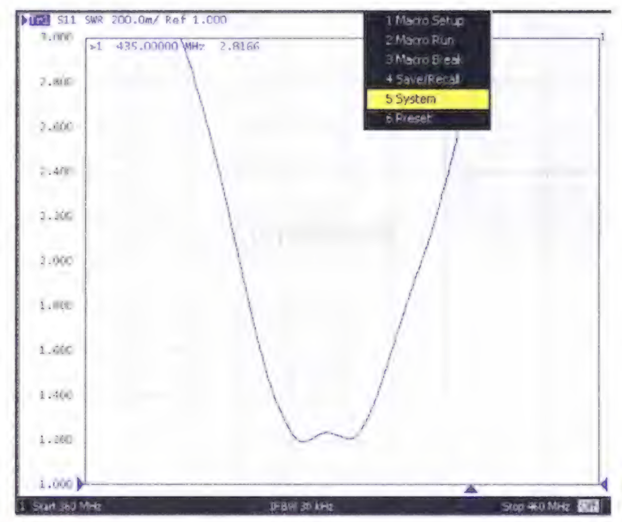


Рис. 8

На основании приведённых выше данных можно с уверенностью заключить, что Baofeng UV-5R ни в коей мере не является несерьёзной игрушкой. Напротив, аппарат из разряда "Надо брать"! Передатчик в этом трансивере хороший, но в некоторых экземплярах наблюдается недостаточная модуляция. Решению этой проблемы будет посвящена отдельная статья.

Приёмник обладает очень высокой чувствительностью. Избирательность и динамический диапазон не рекордные (65...80 дБ), но вполне на пристойном среднем уровне. Из-за высокой чувствительности верхняя граница динамического диапазона в абсолютных цифрах невелика. Поэтому при подключении широкополосной внешней антенны возможно блокирование приёмника мощными сигналами местных передатчиков (ТВ, радиовещание и пр.). Чтобы избежать этого, внешняя антенна должна иметь полосу достаточно узкую, чтобы помехи, принятые ею, не превышали бы верхней границы динамического диапазона приёмника, т. е. нескольких милливольт. Пример такой антенны описан в [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Product_BAOFENG official website. — URL: **http://www.baofengradio.com/en/ProShowcn.asp?ID=141** (09.02.15).

2. Shema_Baofeng UV-5R. — URL: **http://files.radioscanner.ru/files/download/files/14137/shema-baofeng-5r.pdf** (09.02.15).

3. RQA0009SXAQS Datasheet Preview. — URL: **http://datasheet4u.com/datasheet/R/Q/A/RQA0009SXAQS_RenesasTechnology.pdf.html** (09.02.15).

4. RDA1846 SINGLE CHIP TRANSCEIVER FOR WALKIE TALKIE. — URL: **http://www.w5txr.net/upload/RDA%20Microelectronics.pdf** (09.02.15).

5. **Гончаренко И.** Доработка антенны Baofeng UV-5R. — Радио, 2015, № 3, с.58, 59.

6. J-антенна 145/435 МГц. — URL: **http:dl2kq.de/ant/3-85.htm** (09.02.15).

QRP-трансивер на 80 метров

Долгое время в несложных самодельных QRP-трансиверах приёмный тракт радиолюбители выполняли на основе приёмников прямого преобразования. Это позволяло создавать действительно простые аппараты. Но их принципиальный недостаток — "двухсигнальный" приём и связанные с этим сложности по корректному изменению частоты передачи относительно частоты приёма при работе телеграфом. Сложность эта не техническая, а оперативная, обусловленная именно двухсигнальным приёмом, когда сразу нельзя определить выше или ниже от частоты приёма работает принимаемая радиостанция.

Сейчас простые телеграфные QRP-трансиверы всё чаще выполняют по классическому варианту — с использованием супергетеродинного приёмного тракта. Он получается достаточно простым при использовании современных активных элементов и телеграфных фильтров, изготовленных по лестничной схеме.

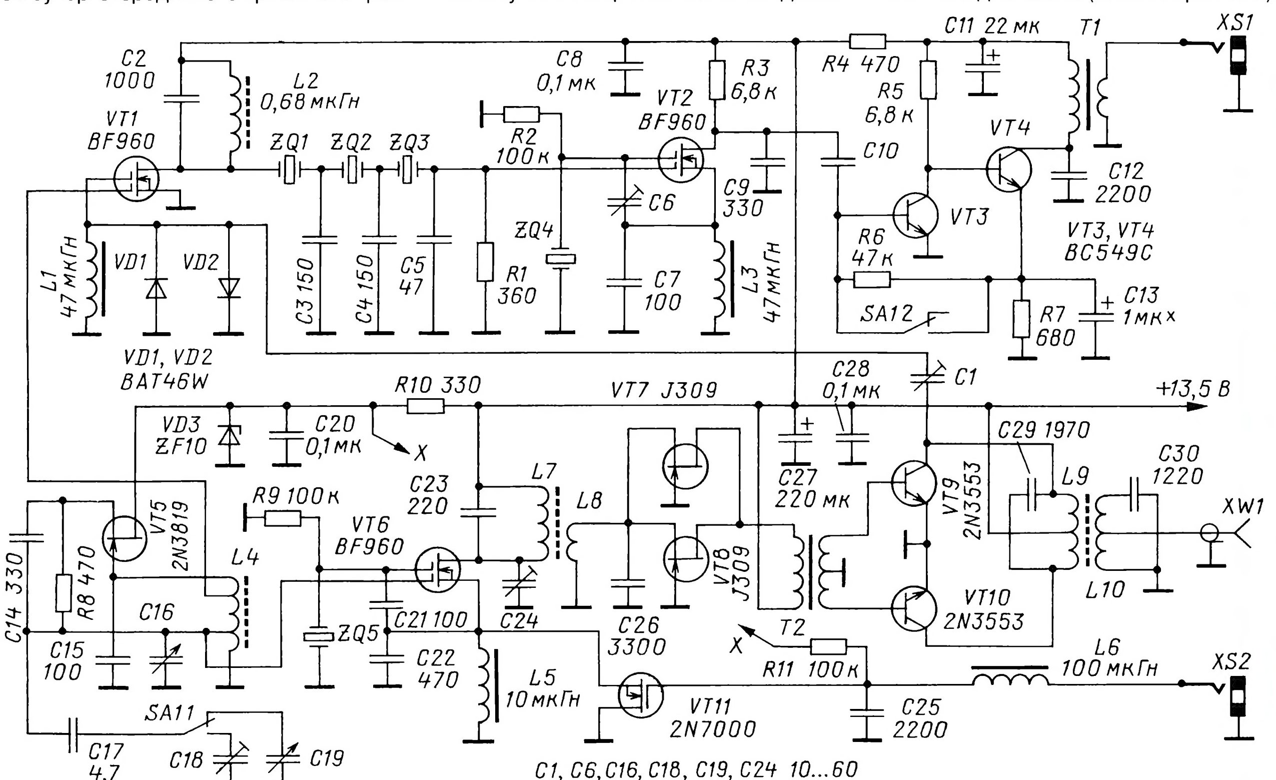


Схема одного из таких трансиверов, разработанного немецким коротковолновиком DG0SA, приведена на **рисунке**. Она была опубликована в журнале Swiat Radio (№ 6 за прошлый год). Это телеграфный трансивер для работы в диапазоне 80 метров. Чувствительность приёмного тракта по данным автора — 1 мкВ, выходная мощность — 3 Вт.

При приёме сигнал с антенного разъёма XW1 через полосовой фильтр L9C29L10C30 (общий для приёмного и передающего трактов) поступает на второй затвор смесителя на транзисторе VT1. На первый его затвор подаётся ВЧ напряжение с генератора плавного диапазона на транзисторе VT5. В авторском варианте он работает в диапазоне частот 9661,5...9721,5 кГц, что при использованном кварцевом фильтре на основе резонаторов с частотой 6144 кГц обеспечивает работу аппарата в полосе примерно 60 кГц в телеграфном участке диапазона 80 метров.

В трансивере предусмотрена возможность изменения частоты приёма относительно частоты передачи. Для этого секцией переключателя SA1.1, осуществляющего переход трансивера с передачи на приём и обратно, при приёме подключают дополнительный конденсатор C19 переменной ёмкости, которым и осуществляют расстройку.

На выходе смесителя приёмника включён лестничный фильтр, выполненный из трёх резонаторов ZQ1—ZQ3 на частоту 6144 кГц. Номиналы конденсаторов C3—C5 выбраны такими, чтобы обеспечить полосу пропускания фильтра примерно 800 Гц.

На транзисторе VT2 собран смесительный детектор. Частота его гетеродина стабилизирована кварцевым резонатором ZQ4. Его рабочую частоту для оптимального приёма CW устанавливают подстроечным конденсатором C6.

Далее идёт двухкаскадный усилитель низкой частоты с трансформаторным выходом. Использование здесь трансформатора позволяет без усложнения усилителя использовать с трансивером распространённые низкоомные головные телефоны.

Чтобы избежать перегрузок усилителя низкой частоты при переходе с передачи на приём и обеспечить комфортный уровень самоконтроля, его усиление ступенчато уменьшают секцией SA1.2 переключателя приём-передача.

Смеситель на транзисторе VT6 в тракте передачи, формирующий сигнал на рабочей частоте, аналогичен смесительному детектору приёмника. Отличие одно — именно в этом каскаде осуществляется манипуляция сигнала ключом на полевом транзисторе VT11. Выделенный колебательным контуром L7C23 сигнал диапазона 80 метров поступает на буферный каскад на включённых в параллель двух полевых транзисторах VT7 и VT8.

Двухтактный выходной каскад выполнен на транзисторах VT9 и VT10. Для подавления побочных излучений в выходном сигнале выходные контуры настроены на рабочую частоту конденсаторами C29 и C30.

Питание трансивера осуществляют от нестабилизированного источника напряжением 13...14 В. В нём стабилизировано лишь напряжение питания генератора плавного диапазона (стабилитрон VD3).

Катушка L4 имеет индуктивность 2,3 мкГн. Катушки L7 и L8 намотаны на тороидальном магнитопроводе T37-23 из карбонильного железа и имеют 27 и 7 витков соответственно. Индуктивность катушки L7 — 7,1 мкГн. Высокочастотный трансформатор T2 выполнен на тороидальном магнитопроводе из феррита. Данные о материале этого магнитопровода в статье отсутствуют. Его первичная обмотка имеет 18 витков и индуктивность 135 мкГн. Вторичная обмотка имеет 12 витков с отводом от середины. Катушки L9 и L10 намотаны на общем магнитопроводе T50-2 из карбонильного железа и имеют индуктивность 0,9 и 1,8 мкГн соответственно.

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ

г. Москва

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ПЕТРОВ П. Простой мегафон с режимом сирены. — Радио, 2013, № 8, с. 35.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме кнопок SB1, SB2, выключателей SA1, SA2, микрофона BM1, динамической головки BA1, переменного резистора R11 и светодиода HL1. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, подстроечные — СП3-19а, конденсаторы С1, С9, С13—С16, С20 — оксидные импортные, остальные — керамические К10-17 и КМ. Для охлаждения микросхемы DA1 используют пластинчатый теплоотвод размерами 50×20 мм из листового (толщиной 3,5...4 мм) алюминиевого сплава Д16-Т. На плате его закрепляют двумя винтами М2×10, ввинченными в резьбовые отверстия в торце одной из длинных сторон. Теплоотвод микросхемы DA2 — штыревой с площадью охлаждающей поверхности около 50 см^2. Штрихпунктирными линиями показаны контуры микросхемы DA1, её теплоотвода и резистора R25.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. Вопросы просим формулировать возможно точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале, где она опубликована. В письмо вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: consult@radio.ru. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например, РАДИО 4-2015).

КОРНЕВ А. Анализатор концентрации угарного газа. — Радио, 2014, № 5, с. 36, 37.

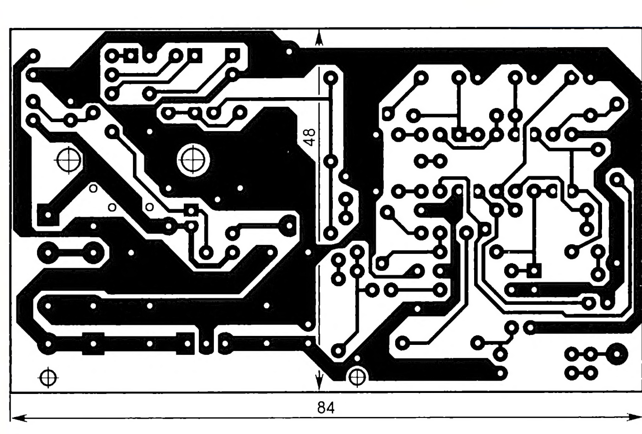
Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме датчика B1 и звукоизлучателя HA1. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов и керамических конденсаторов типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Подстроечные резисторы — СП3-19а. Микросхема DA1 (MAX9001ESD) — в 14-выводном корпусе SOIC, полевой транзистор VT1 (J177) — в корпусе ТО-92, VT2 (IRLML6402) — в корпусе SOT-23. Остальные детали — указанных в статье типов.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

КОРНЕВ А. Анализатор концентрации угарного газа. — Радио, 2014, № 5, с. 36, 37.

Инвертирующий вход операционного усилителя, имеющегося в составе микросхемы MAX9001ESD (DA1), соединён с её выводом 4 (а не 6, как указано на схеме анализатора).



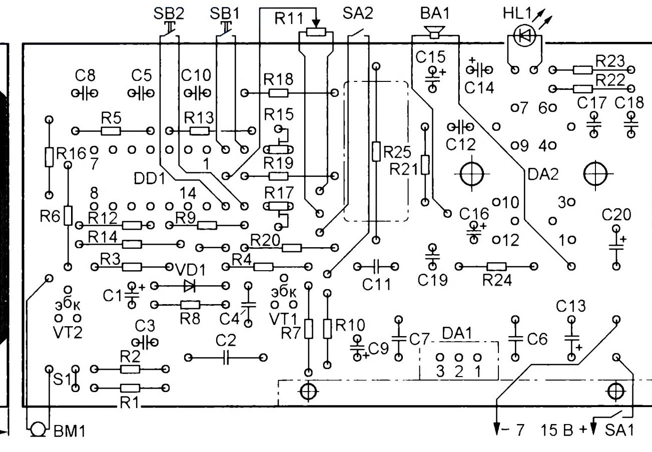
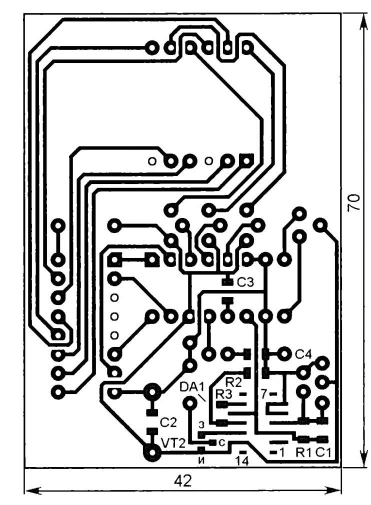


Рис. 1



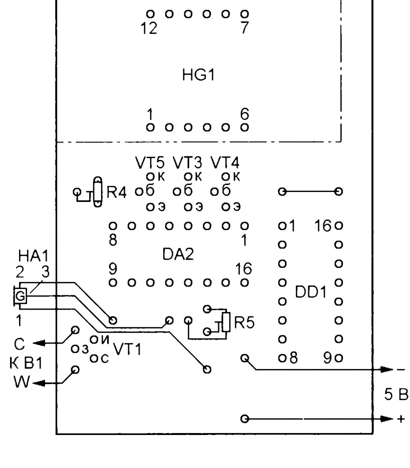


Рис. 2

ИЛЬИН О. Автомат управления дневными ходовыми огнями автомобиля. — Радио, 2015, № 1, с. 41—43.

На схеме устройства (см. рис. 1 в статье) транзисторы VT3, VT5 — КТ503Г, а VT4 — КТ502Г.

ОЗОЛИН М. Вариант блока управления стабилизатора переменного тока. — Радио, 2007, № 2, с. 35, 36.

На чертеже печатной платы блока расстояние между рядами отверстий под выводы микросхемы DD3 (КР1533ИД3) должно быть равно 7,5 мм, а не 15 мм, как указано на рис. 2. Установить названную микросхему можно и на плату, изготовленную по этому чертежу, аккуратно отогнув и удлинив (с помощью отрезков медного лужёного провода) выводы одной из её сторон.

РАДИО
ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 4, 2015

ВЕСЕННИЙ КАЛЕЙДОСКОП С ВЫСТАВКИ

РОБОФЕСТ 2015

(см. статью на с. 47)

